PRZEMYSŁ CHEMICZNY

ORGAN CHEMICZNEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO I POLSKIEGO TOWARZYSTWA CHEMICZNEGO
WYDAWANY Z ZASIŁKIEM WYDZIAŁU NAUKI MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBL.

ROCZNIK XIV 20 STYCZNIA 1930 ZESZYT 2

REDAKTOR: PROF. DR. KAZIMIERZ KLING SEKRETARZ: DR. LECH SUCHOWIAK

Zastosowanie chiolitu do elektrolizy tlenku glinowego I. Temperatury topnienia układu: glinka - kryolit - chiolit.

Application de la chiolithe à l'électrolyse de l'oxyde d'aluminium. I. Temperatures de fusion du système: alumine - cryolithe - chiolithe.

L. WASILEWSKI i S. MANTEL

Dział Przemysłu Nieorganicznego Chemicznego Instytutu Badawczego.

Komunikat 15.

(Nadeszło dnia 5 listopada 1929 r.).

Glin otrzymuje się w technice jedynie przez elektrolizę stopu tlenku glinowego i kryolitu. Zdaje się być słusznem, że w tym wypadku właściwym elektrolitem jest tlenek glinowy, kryolit zaś tylko rozpuszczalnikiem. Przemawia za tem fakt ten, że napięcie rozkładcze wynosi dla AlF_3 4,0 V, dla CaF_2 i NaF 4,7 V, natomiast dla Al_2O_3 wynosi 2,8, a według obliczeń Fedotiewa i Iljenskiego[1]) nawet 2,1 V. Zatem przy niższych gęstościach prądu może rozkładać się tylko tlenek glinowy, a dopiero przy wyższych gęstościach, po przekroczeniu pewnego maksymum, może fluorek glinu, a nawet i sodu ulegać rozkładowi. Przy gęstościach prądu zazwyczaj stosowanych w technice (gęstość katodowa około 200 A/dm^2, gęstość anodowa około 100 A/dm^2) rozkłada się przedewszystkiem tlenek glinowy. Świadczy o tem gwałtowny wzrost napięcia w razie ubytku tlenku glinowego. Jak wiadomo, przy tych samych gęstościach, napięcie dla mieszaniny tlenku glinowego (10%) i kryolitu (90%) wynosi 7-8 V, podczas gdy dla czystego kryolitu 16 V. Z drugiej jednak strony, straty fluoru wskazują na to, że i fluorek glinu bierze częściowo udział w elektrolizie, mimo że dotychczas nie udało się stwierdzić, czy rzeczywiście w czasie elektrolizy tworzy się na anodzie fluorek węgla.

Wbrew temu jednak Arndt i Kalass[1] utrzymują na podstawie dokonanych pomiarów przewodnictwa elektrolitycznego, że glinka nie bierze udziału bezpośredniego w procesie elektrolizy, że stanowi ona tylko rozpuszczalnik, właściwym zaś elektrolitem jest kryolit. Według nich zatem zachodziłyby tutaj stosunki podobne, jak przy elektrolizie wody

$$
\begin{aligned}
Al_2F_6 &= 2\,Al + 6\,F \\
6F + Al_2O_3 &= Al_2F_6 + 3\,O \\
3O_2 + 3C &= 3\,CO_2 \text{ lub też} \\
3O_2 + 6C &= 6\,CO
\end{aligned}
$$

Niezależnie od tych rozważań teoretycznych, jest się zmuszonym w praktyce, również i z innych względów, do używania stopu tlenku glinowego i kryolitu. Przy użyciu bowiem czystego kryolitu, względnie stopu jego z glinką poniżej 10%, wzrosłoby bardzo wydatnie napięcie, a więc i zużycie energji, cały tedy proces stałby się zupełnie nieekonomiczny. Z drugiej strony, temperatura topnienia czystego tlenku glinowego wynosi 2020°, więc powyżej temperatury wrzenia aluminium (1800°). Powodowałoby to ustawiczny ruch w elektrolicie, wytrącony już glin dostawałby się z powrotem do anody i utleniałby się na tlenek glinowy, co obniżałoby naturalnie wydatek prądu, elektrolizery niszczyłyby się w bardzo szybkiem tempie, nie mówiąc już o trudności pracy w tem-

[1]) Z. anorg. Chem. 80, 113, (1913)

[1]) Z. Elektrochem. 30, 12 (1924).

peraturze powyżej 2000° i o kolosalnych stratach energji przez promieniowanie. Kryolit więc niezależnie od swoich funkcyj jako rozpuszczalnik, czy też według Arndta i Kalassa jako właściwy elektrolit, spełnia ważną bardzo rolę topnika.

Temperatura jednak topnienia nawet tego podwójnego układu leży za wysoko dla praktycznych celów. Okazało się przeto niezbędnem, celem dalszego obniżenia temperatury, dodawanie jeszcze innego składnika. W technice, jako dodatkowego topnika, używa się powszechnie fluspatu, w wyjątkowych tylko wypadkach z dodatkiem jeszcze czwartego składnika t. j. soli kuchennej.

Doświadczenia w ruchu fabrycznym wykazały, że zawartość glinki w tym układzie nie powinna być niższą od 10% z powodu zbyt wielkiego wzrostu napięcia. W praktyce nie stosuje się również nigdy dodatku glinki powyżej 20%. Konieczną bowiem jest już wtedy praca w wyższych temperaturach, co, oprócz niepotrzebnego zużycia energji, pociąga za sobą zmniejszenie się różnicy ciężarów właściwych, pomiędzy stopionym glinem i elektrolitem. Różnica ta bowiem maleje w miarę wzrostu temperatury i powyżej 950° jest już zbyt małą, by przeszkodzić obfitemu tworzeniu się mgły metalicznej, a więc i powtórnemu utlenianiu się glinu.

Praktykę potwierdziły klasyczne prace Pascala i Jouniaux nad potrójnym układem: tlenek glinowy — kryolit — fluspat[1]). Według ich oznaczeń, potrójny punkt eutektyczny tego systemu odpowiada mniej więcej składowi: 59,3% kryolitu, 23,0% fluorytu i 17,7% tlenku glinowego, przyczem temperatura eutektyczna wynosi 868°. W systemie tym zawartość fluorytu nie może przenosić 36%, w przeciwnym bowiem razie temperatura wzrasta powyżej 950°, w którejto temperaturze ciężar właściwy stopionego glinu wynosi już tylko 2,35, a dla samego elektrolitu około 2,22. Z badań ich wynika dalej, że możliwem jest przy użyciu tego systemu praktyczne prowadzenie elektrolizy w temperaturze 900°—950°. Jednakże te warunku nie mogą być uważane jako ostateczne i idealne dla prowadzenia procesu.

W technice istnieje ciągle jeszcze dążenie do dalszego obniżania temperatury elektrolizy, przy zachowaniu odpowiednio niskiego ciężaru właściwego elektrolitu, przy zapewnieniu jaknajmniejszej rozpiętości wahań temperatury topliwości podczas zmian składu kąpieli w czasie ruchu pieca i przy zachowaniu możliwie najmniejszej lotności, znajdujących się w kąpiel, składników.

Jako praktyczny wyraz tych usiłowań w ostatnich latach firma Rütgers Werke, Dohna wypuściła na rynek sztuczny chiolit (*5 NaF 3* AlF_3), przeznaczony jako topnik przy elektrolitycznem otrzymywaniu glinu z tlenku glinowego. Również fabrykację jego podjęła niedawno I. G. Farbenindustrie A. G. W literaturze poza jedyną wzmianką Fedotiewa i Iljeńskiego o temperaturze topnienia czystego chiolitu[1]), nie ma żadnych danych, dotyczących możności zastosowania go w elektrolizie.

W związku z pracami nad elektrolitycznem otrzymywaniem glinu z tlenku glinowego, przystąpiono do stwierdzenia, czy elektrolit, zawierający chiolit, odpowiada podstawowym warunkom, stawianym kąpieli elektrolitycznej dla elektrolizy soli glinowych. Chodziło przedewszystkiem o wyznaczenie temperatur topnienia, ciężarów właściwych, oraz wartości przewodnictwa elektrolitycznego stopionych mieszanek, zawierających chiolit. W pracy niniejszej omówioną będzie część pierwsza, to jest temperatury topnienia elektrolitu, zawierającego chiolit.

Zwracamy przytem uwagę, że praca ta była podjętą dla celów ściśle technicznych i z tego punktu widzenia była przeprowadzoną. Dlatego też jako materjał wyjściowy służyły nam nie chemicznie czyste preparaty, ale materjały stosowane w technice, przeznaczone do użytku w hutach aluminjowych. Użyto glinki firmy Gebr. Giulini, Ludwigshafen, zawierającej 99,17 Al_2O_3, 0.14% SiO_2, 0,23% Fe_2O_3, 0,19% wody, 0.27% straty przy żarzeniu. Kryolit syntetyczny firmy Rütgers-Werke, Dohna, o składzie 40,03% AlF_3, 58,72% NaF, 0,23% SiO_2, 0.06% Fe_2O_3, 0,32% wody. Wreszcie chiolit syntetyczny tej samej fabryki, o składzie: 54,06% AlF_3, 44,20% NaF, 0.28% SiO_2, 0.09% Fe_2O_3, 0.50% wody.

Temperatury topnienia oznaczano metodą najczęściej używaną, mianowicie metodą załamania krzywej temperatur schładzania i krzepnięcia. Stapiano stale 250 *g* mieszaniny, poprze-

[1]) Z. Elektrochem. **19**, 611, (1913); Bull. soc. chim. **4**, 15-16, 312, (1914).

[1]) loc. cit.

dnio dokładnie wymieszanej w tyglu węglowym, względnie z grafitu A c h e s o n a, obitym blachą niklową. Temperaturę mierzono termoogniwem *Pt—Pt/Rh* i galwanometrem precyzyjnym firmy firmy Foster Co. Ponieważ stop bardzo silnie nagryza kwarzec, chroniono termoparę rurką platynową. Tygiel ogrzewano w piecu elektrycznym do temperatury leżącej o 200—250⁰ powyżej temperatury końca topnienia danego stopu.

Ponieważ P a s c a l i J o u n i a u x oznaczyli w przytoczonych już powyżej pracach, między innemi, temperatury topnienia układu kryolit — tlenek glinowy, przeto oznaczono tutaj tylko temperatury topnienia systemów: chiolit — tlenek glinowy; chiolit-kryolit, oraz chiolit-kryolit-tlenek glinowy.

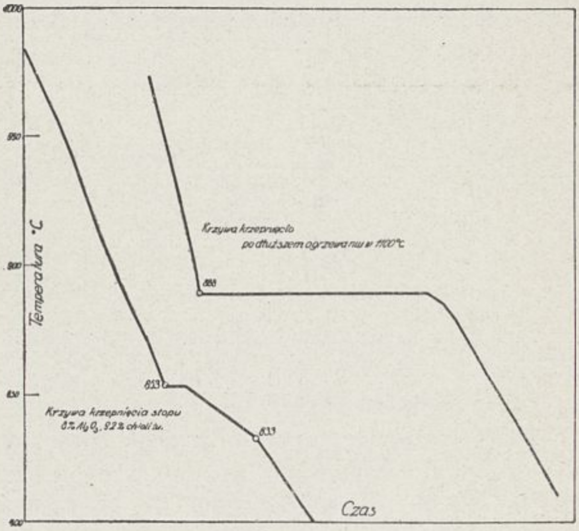
Temperaturę topnienia czystego chiolitu podali F e d o t i e w i I l j i ń s k i na 725^0. Efekty cieplne przy topieniu samego chiolitu były przy naszej pracy tak nikłe, że nie można było z krzywych krzepnięcia oznaczyć zupełnie pewnie z dostateczną ostrożnością temperatury topnienia. Zastosowano w tym jednym wypadku starą, mało dokładną metodę D e L a R i v e'a oznaczenia temperatur topnienia przez zmianę wartości przewodnictwa elektrolitycznego. Otrzymano temperaturę 735^0 jako temperaturę początku i 725^0 jako temperaturę końca krystalizacji.

Temperatury topnienia mieszanin tlenku glinowego i chiolitu, oznaczonych na podstawie krzywych krzepnięcia podaje tablica 1, oraz wykres *a* na rysunku 2.

T a b l i c a 1.

% Al_2O_3	% chiolitu	temperatura
0	100	735
2	98	740
5	95	803
6	94	845
7	93	850
8	92	853
10	90	898
20	80	948
30	70	962
50	50	do 1300 niestopione

Mieszanina chiolitu i tlenku glinowego nie tworzy wcale, jak widzimy, eutektyku. Do zawartości 8% tlenku glinowego następuje regularny, gwałtowny wzrost temperatur topnienia. Koniec krzepnięcia wszystkich mieszanin o zawartości powyżej 9% tlenku glinowego leży w tej samej temperaturze, mianowicie w 888^0. Mieszaniny o zawartości 8% glinki, ogrzewane przez dłuższy czas w 1100^0, krzepną również w 888^0, przyczem następuje bardzo wybitny wzrost efektu cieplnego. Mamy tutaj zatem do czynienia z wyraźnem ulatnianiem się fluorków, co powoduje dokoncentrowanie się tlenku glinowego i podniesienie temperatury topliwości stopu. Krzywe krzepnięcia stopu o 8% tlenku glinowego przedstawia rys. 1. Wzrost efektu



Rys. 1.

cieplnego świadczy zapewnie, że obok zestalania się, zachodzi tu jeszcze tworzenie się być może nowego rodzaju kryształów. Bliżej jednak tych szczegółów nie badano. Brak punktu eutektycznego oraz charakterystyczne temperatury końca krzepnięcia stopów o zawartości powyżej 9% tlenku glinowego świadczą, że w stanie stopionym istnieje mieszanie się zupełne.

Temperatury początku krystalizacji stopów o zawartości 20 i więcej procent tlenku glinowego leżą zdaje się znacznie wyżej niż podano. Nie można było bowiem stwierdzić zupełnego rozpuszczania się tlenku glinowego w chiolicie w tych temperaturach. Obserwowane zaś zatrzymanie spadku temperatur mogło być równie spowodowane tworzeniem się jakichś nowych kryształów. F e d o t i e w i I l j i ń s k i[1]), którzy badali rozpuszczalność tlenku glinowego we fluorkach sodowych, stwierdzili, że w miarę przyrostu fluorku glinowego spada rozpuszczalność. Najwyższą jest ona dla czystego kryolitu ($3NaF.AlF_3$) i wynosi około 21%, co zgadzałoby się z naszemi wnioskami.

[1]) loc. cit.

W każdym razie i chiolit sam nie nadaje się podobnie jak i kryolit, o ileby nawet ciężary właściwe i przewodnictwo elektrolityczne były odpowiednie, jako jedyny topnik dla elektrolitycznego otrzymywania glinu z tlenku glinowego.

Przystąpiono przeto do oznaczania potrzebnych do skonstruowania wykresu potrójnego krzywych topnienia układu chiolit-kryolit. Wyniki tych prac podaje tabl. 2. oraz wykres *c* na rysunku 2.

Tablica 2.

% kryolitu	% chiolitu	temperatura
0	100	735
5	95	687
10	90	740
20	80	883
30	70	921
50	50	963
60	40	968
100	0	977

Krzywą krzepnięcia układu kryolit-tlenek glinowy, według oznaczeń Pascala i Jouniaux, podaje wykres *b* na rysunku 2.

Dla potrójnego systemu tlenek glinowy-kryolit-chiolit oznaczono krzywe krzepnięcia dla mieszanin o zawartości 10, 15, 17, i 20% tlenku glinowego, przy zmiennych ilościach dwu innych składników. Wybrano tutaj możliwie najwyższe koncentracje tlenku glinowego, jedynie stosowane w technicznej elektrolizie. Wyniki podaje tablica 3. oraz rys. 2 i 3.

Tablica 3.

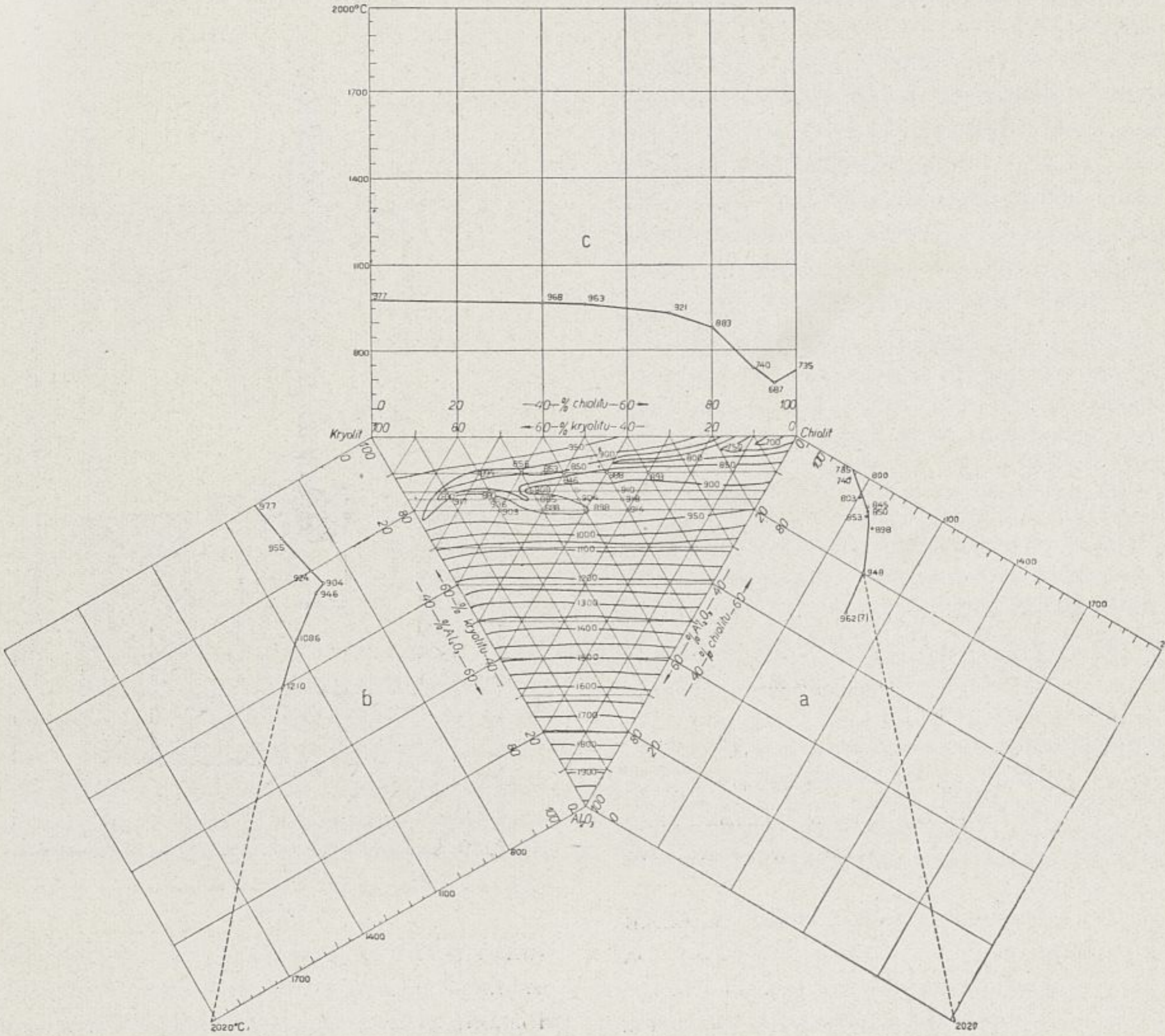
% tlenku glinowego	% kryolitu	% chiolitu	temp.°
10	70	20	894
10	60	30	856
10	55	35	853
10	50	40	846
10	40	50	888
10	30	60	893
15	75	10	830
15	65	20	880
15	55	30	908
15	35	50	910
17	73	10	917
17	63	20	906
17	53	30	885
17	43	40	904
17	33	50	918
20	60	20	903
20	50	30	888
20	40	40	898
20	30	50	914

Rys. 2. przedstawia wykres układu potrójnego tlenek glinowy-kryolit-chiolit, oraz odpowiednie wykresy układów podwójnych, potrzebnych do wykreślenia izoterm w wykresie potrójnym. Z wykresów podwójnych (*a*,*b*,*c*), punkty przecięcia się krzywych z odciętemi odpowiednich temperatur, rzutuje się na odnośne boki trójkąta, przedstawiającego skład mieszanin potrójnych. W ten sposób uzyskuje się początki i końce izoterm na bokach trójkąta dla: tlenku glinowego-chiolitu, chiolitu-kryolitu i kryolitu-tlenku glinowego. W wykresie potrójnym, ilość procentową każdego ze składników, podaje stosunek odległości danego punktu na izotermie, od podstawy do wysokości trójkąta, pomnożony przez 100. Natomiast stosunek procentowy wszystkich składników będzie podany przez stosunek odległości danego punktu od wszystkich trzech boków trójkąta. Każdy z wierzchołków, dla których stosunek ten przedstawia się jak 1:0:0, oznacza 100% danego składnika. W punkcie przecięcia się trzech wysokości trójkąta stosunek ten wynosi: 1/3: 1/3 : 1/3, skład procentowy poszczególnych składników równa się 33,3%. Punkty, wymienione w tablicy 3. o zawartości 10% tlenku glinowego, leżą na prostej poprowadzonej prostopadle do wysokości w jednej dziesiątej wysokości od boku przedstawiającego 0 % zawartości tlenku glinowego, czyli w odległości 9/10 wysokości od wierzchołka trójkąta, przedstawiającego 100% tlenku glinowego. Analogicznie jak przy tlenku glinowym, postępuje się przy oznaczaniu procentu innych składników, mierząc w stosunku do odnośnej wysokości.

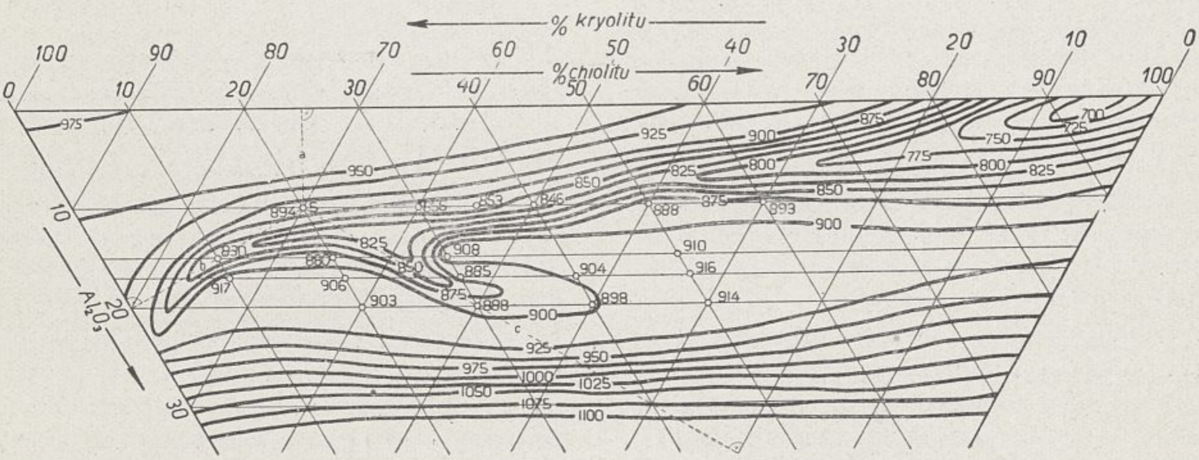
Punkt leżący w odległości „*a*" od prostej kryolit-chiolit, przedstawia $1\frac{a}{w}$ zawartości Al_2O_3, przyczem „*w*" oznacza całkowitą wysokość trójkąta wykresu potrójnego czyli 10% tlenku glinowego, $1\frac{b}{w}$ oznacza zawartość kryolitu t. j. 70%, a $1\frac{c}{w}$ oznacza zawartość chiolitu t. j. 20%.

Na prostej łączącej jakikolwiek punkt na podstawie trójkąta, n. p. oznaczający 20% kryolitu i 80% chiolitu, z przeciwległym wierzchołkiem, leżą punkty o rosnącej zawartości Al_2O_3 w miarę zbliżania się do wierzchołka, w których jednak stosunek zawartości kryolitu do chiolitu jest stały i wynosi 20:30.

W ten sposób wyznaczone są wszystkie punkty, zawarte w tablicy 3., przyczem cyfry oznaczają temperatury topliwości, znalezione doświadczalnie dla poszczególnych mieszanin.


c
b
a
Kryolit
Chiolit
Al2O3
2000°C
2020°C
— 40 — % chiolitu — 60 —
— 60 — % kryolitu — 40 —

Rys. 2.


% kryolitu
% chiolitu
Al2O3

Rys. 3.

Rys. 3 przedstawia część wykresu potrójnego w zakresie mieszanin ważnych przy elektrolizie tlenku glinowego, powiększoną, z izotermami wykreślonemi co 25°.

Z wykresów tych widać, że przy utrzymaniu stosunku chiolitu do kryolitu w tej potrójnej mieszaninie w granicach od 20:80, do 35:65 można zupełnie dobrze prowadzić elektrolizę poniżej 900°, przyczem zmiany zawartości tlenku glinowego podczas elektrolizy mogą zachodzić na tym obszarze pomiędzy 20% a 8% Al_2O_3, zależnie właśnie od powyższego stosunku, a w znacznie większym zakresie pomiędzy 16% a 10% Al_2O_3.

Poniżej zaś 850° można swobodnie prowadzić elektrolizę przy stosunku chiolitu do kryolitu około 32 : 68, przyczem zawartość tlenu glinowego może spadać z 16 na 11%.

Przy stosunku chiolitu do kryolitu powyżej 35 : 56 aż do nieomal 50 : 50 widzimy dwa obszary temperatur niższych od 900°, przyczem zawartość tlenku glinowego w środkowej części tych obszarów może spadać z 22% na 16% oraz z 13% na 7%.

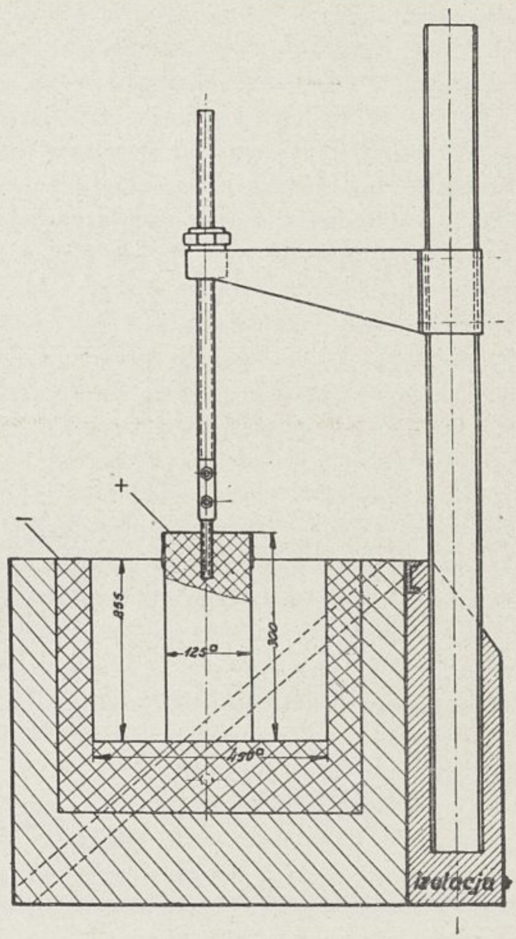
Ponieważ jednak wyższa zawartość chiolitu wpływa ujemnie na rozpuszczalność tlenku glinowego, oraz podnosi koszta sporządzonego elektrolitu, przeto ten zakres mieszanin nie jest interesujący.

Z dotychczasowych badań widać, że chiolit lepiej nadaje się jako środek korygujący od fluorytu. Temperaturę bowiem można obniżyć przy użyciu chiolitu o przeciętnie 50°, tem samem więc zmniejszyć zapotrzebowanie energji do produkcji aluminium. Ostateczny jednak sąd o wartości chiolitu do procesu elektrolizy będzie można wydać dopiero po przeprowadzeniu oznaczeń ciężarów właściwych, oraz przewodnictwa elektrolitycznego.

Niezależnie od powyższych prób wykonano już teraz próby elektrolizy w elektrolizerze 400-amperowym, mieszanin tlenku glinowego, kryolitu i chiolitu.

Wykazały one, że można prowadzić elektrolizę przy 850—900° przy napięciu około 6 V, niższem więc od napięć stosowanych przy elektrolizie z użyciem fluorytów. Świadczy to, że przewodnictwo elektrolityczne stopów z chiolitem nie jest w żadnym razie niższe niż stopów z fluspatem. Wydatek prądu wynosił przy próbach na wspomnianym elektrolizerze przeszło 60%, podczas gdy H a b e r, który prowadził podobne doświadczenia na elektrolizerze identycznym, jednak ze stopami z fluspatem, dochodził do 50%. Wydzielone aluminjum zbierało się zawsze na dnie elektrolizera i nie zaobserwowano nigdy podczas prób tworzenia się mgły metalicznej, która powstaje tem łatwiej, im mniejszą jest różnica pomiędzy ciężarami właściwemi stopionego elektrolitu i aluminjum.

E l e k t r o l i z e r l a b o r a t o r y j n y n a 400A



Rys. 4.

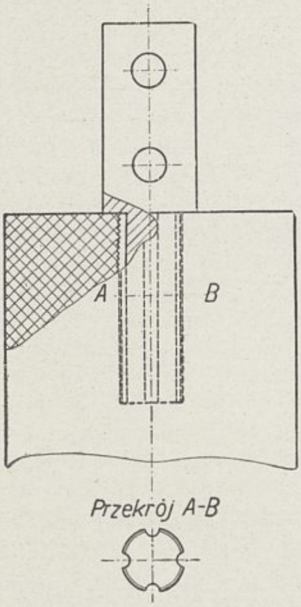
Wykresy, mozolne zwłaszcza wykresy systemu potrójnego wykonał p. J. K ł o s i ń s k i, za co mu na tem miejscu dziękujemy.

Streszczenie.

1. Oznaczono temperatury topnienia mieszanin tlenek glinowy-chiolit, chiolit-kryolit, oraz potrójnej mieszaniny tlenek glinowy-kryolit-chiolit.

2. Ze skonstruowanego wykresu potrójnego wynika, że przy użyciu chiolitu, jako topnika, można prowadzić elektrolizę tlenku glinowego poniżej 900° przy zawartości od 10—16% Al_2O_3 i stosunku kryolitu do chiolitu w grani-

Szczegół doprowadzenia prądu do elektrody węglowej.



Rys. 5.

cach od 20 : 80 do 35 : 65, zaś poniżej 850^0 dla zawartości od 11 do 16% Al_2O_3 i stosunku chiolitu do kryolitu około 32 : 68.

3. Prace w próbnym elektrolizerze 400-amperowym wykazały, że napięcie, przy stosowanych gęstościach prądu, wynosi około 6 *V* przy użyciu chiolitu jako topnika zamiast fluorytu. Nie zauważono podczas pracy tworzenia się mgły metalicznej.

4. Ostateczny sąd o wartości chiolitu będzie można wydać dopiero po oznaczeniu ciężarów właściwych i przewodnictwa elektrolitycznego stopionych mieszanek. Z dotychczasowych jednak wyników widać już wyższość chiolitu, jako topnika nad fluorytem.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wurden Schmelztemperaturen der Aluminiumoxyd-Chiolith, Chiolith-Kryolith sowie der dreifachen Aluminiumoxyd-Chiolith-Kryolith Gemische bestimmt.

2. Aus dem Diagramm ergibt sich, dass man die Aluminiumoxydelektrolyse unterhalb 900^0 bei einem Aluminiumoxydgehalt von 10—16% Al_2O_3 und bei einem Verhältniss von Chiolith zu Kryolith, das sich in den Grenzen zwischen 20 : 80 und 35 : 65 bewegt, sowie unterhalb 850^0 bei einem Gehalt von Al_2O_3 von 11 bis 16% und bei einem Verhältniss des Chioliths zum Kryolith von ungefähr 32 : 68 führen kann.

3. Die Arbeiten in einem 400 *A* Probeelektrolyseur zeigten, dass bei den gewöhnlichen Stromdichten bei Benutzung des Chioliths als Schmelzflussmittel, die Spannung *ca* 6 *V* beträgt und dass bei der Elektrolyse kein Metallnebel entsteht.

4. Ein Urteil über den wirklichen Wert des Chioliths wird erst nach Bestimmung der spezifischen Gewichte und des elektrolytischen Leitvermögens der Mischungen möglich werden. Schon nach den bisherigen Resultaten kann man ersehen, dass der Chiolith besser als Flusspat zur Aluminiumelektrolyse geeignet ist.

Z zagadnień bieżących technologji chemicznej.

Sur les problèmes actuels de la technologie chimique.

Józef ZAWADZKI

Odczyt wygłoszony na II-gim Zjeździe Chemików w Poznaniu, dnia 5-ego lipca 1929 r.

Żyjemy w czasach, w których chemja odgrywa przemożną rolę w światowem życiu gospodarczem, w których, bez przesady powiedzieć można, od postępu wiedzy chemiczno technicznej zawisły losy ludzkości i którym słusznie nadano miano „stulecia chemji".

Dwa zasadnicze czynniki decydują o prężności naszych chemiczno-technicznych poczynań: potrzeba, która o twórcze wysiłki woła, i oręż, jakim są coraz to nowe na polu ścisłej wiedzy zdobycze. I nie zmienia tego obrazu fakt, że często możność tworzenia nowe potrzeby wywołuje.

Bolączką, która oczy zatroskane o przyszły byt ludzkości ku chemji zwróciła, jest groźba braku podstawowych surowców. Pierwszym takim alarmowym dzwonem jeszcze w okresie przedwojennym był głos Crookes'a o grożącym głodzie azotowym wobec bliskiego wyczerpania się złóż saletry chilijskiej; dalsze, coraz to mocniejsze alarmy przyniosła wojna światowa. Zaczęto robić bilanse surowców; stwierdzono, że za brakiem azotu może przyjść brak fosforu, brak siarki, że nie na długo wobec gwałtownego wzrostu zapotrzebowania starczą źródła ropy naftowej jako paliwa ciekłego, że najbogatsze pokłady rud metali najczęściej przez nas stosowanych, są już znakomicie naruszone. Nie mówię tu już o przewidywaniach na metę dalszą, o trosce o brak węgla, o brak materjałów naturalnych, z których odzież naszą otrzymujemy. Zaczęto zdawać sobie sprawę, że wybieraliśmy dotychczas, według obrazowego wyrażenia Habera, rodzynki z ciasta,

że wszystko, co przyrodzie dla celów naszych zabieramy, ulega rozpraszaniu.

Dopóki wszelkich surowców było poddostatkiem, mogły znakomicie się rozwijać na fizyce oparte „kształtujące" gałęzie wiedzy technicznej, które stworzyły dzisiejsze warunki komunikacyjne, dały oręż maszynowy i urządzenia elektryczne. Inżynier obraca się jednak w granicach danych własności materjału, możność wejścia w nowe światy daje jedynie przemiana tych własności, a drogę ku temu musi wskazać chemja.

Możemy dziś już śmiało powiedzieć, że chemja nie została głucha na wezwania zatroskanych głosów i że zarówno w dziedzinie zaopatrzenia w środki żywności i odzież, jak w dziedzinie paliwa, jak wreszcie w dziedzinie dostarczenia nowych materjałów do budowy maszyn i aparatów, wskazała nowe drogi.

W tych dziedzinach leżą najważniejsze współczesne zagadnienia technologji. Lecz, gdy o zagadnieniach tych mówimy, zapominać nam nie wolno, że są to zadania tylko chwili bieżącej. Niedaleka przyszłość nowe przed nami postawi zadania. Pomijam już sprawę bezpośredniego korzystania z energji słonecznej, tak ważną wobec tego, że pokłady węgla wiecznie trwać nie będą, pragnę natomiast podkreślić, że współczesne nasze wielkie zdobycze techniczne pozostają przeważnie w dziedzinie opanowania natury martwej, i że nawet w pracy nad zwiększeniem plonu rolnika, dziś środki natury chemicznej głównie prowadzą do celu. Pomoc, jaką nam daje w zaopatrywaniu potrzeb ludzkości biologja, jest narazie drugorzędna. Przyszłość inaczej wyglądać będzie. By to zrozumieć, wystarczy przypomnieć, że jest przecież w dzisiejszych naszych metodach pracy coś zasadniczo różnego od twórczości przyrody żywej. Jeżeli nawet potrafimy dziś zbudować i otrzymać większość substancyj chemicznych, których powstawanie przypisywano dawniej działaniu siły życiowej, boć w organizmach te substancje znaleziono, jeżeli, w dziedzinie barwników np. potrafiliśmy przyrodę żywą niemal prześcignąć, to jednak środki, zapomocą których nam się to udało, są zupełnie inne, niż te, z jakich korzysta przyroda żywa: są bardziej gwałtowne i grubo ciosane. Te wysokie temperatury i ciśnienia, te gwałtownie działające odczynniki, któremi się w syntezach naszych posługujemy, żadnej roli w procesach życiowych nie odgrywają; reakcje chemiczne, związane ze znacznemi zmianami energji, wcale tam prawie nie występują, boć jedyna tego rodzaju reakcja biologiczna utleniania w twórczych procesach biologicznych w minimalnym stopniu się zaznacza. Przyroda żywa potrafi zapomocą swych pozornie skromnych subtelnych środków i mechanizmów dokonać rzeczy, dla których my bardzo ciężkiego oręża potrzebujemy. Naśladując pracę przyrody żywej, będziemy mogli, oczywiście, zrobić olbrzymi krok naprzód. Mamy za sobą w tej dziedzinie kilka kroków wstępnych, znaleźliśmy n.p. w enzymach substancje wielką odgrywające rolę, poznaliśmy pewne prawa fizyczne, według których odbywają się procesy enzymatyczne, stwierdziliśmy pewną analogję z działaniem katalizatorów. Położyliśmy pierwsze podwaliny w dziedzinie poznania świata stanu koloidalnego materji i zjawisk na powierzchniach faz zachodzących. Rozpatrujemy już substancje chemiczne nie tylko w taki sposób, jak gdyby ich zachowanie się w procesach chemicznych uwarunkowane było jedynie rodzajem i ułożeniem atomów w cząsteczce, co słuszne może jest dla gazów, lecz znajdujemy w zjawiskach powierzchniowych i w siłach powierzchniowych te czynniki, które do wyjaśnienia procesów biochemicznych się przyczynią. Do opanowania procesów życiowych tak, jak panujemy nad procesami w przyrodzie martwej, jest nam jednak jeszcze bardzo daleko, a to nam nowe wielkie otworzy światy.

Oddawszy w ten sposób hołd biochemji, jako tej, która weźmie w przyszłości w ręce losy postępów wielu nader ważnych działów technologji chemicznej, wróćmy do chwili bieżącej z jej zagadnieniami technologicznemi, przez dzisiejszy wielki przemysł rozwiązywanemi.

Mówiliśmy że pierwszym alarmem o potrzebne dla życia ludzkości surowce, był alarm o azot. Kwestja azotowa jest już dziś rozwiązana, głód azotowy ludzkości nie zagraża, a to co dziś robimy, jest tylko dążeniem, by azot z powietrza oddawać na nasze usługi coraz to taniej. Panuje w tej chwili wszechwładnie metoda syntezy amonjaku z pierwiastków. Trudno się temu dziwić, jeżeli się zważy, że zarówno metoda cyjanamidowa, jak łukowa, wymagają wielkich ilości energji: łukowa — w najlepszym razie 50 *kWh* na *kg* związanego azotu, cyjanamidowa powyżej 12, przyczem w tej ostatniej dochodzą koszty surowców, wapna, koksu i elektrod. Syntezę możemy natomiast prowadzić, nakładem niespełna 17 *kWh* na 1 *kg* związanego azotu, nie stosując żadnych surowców, prócz powietrza i wody, t. zn., otrzymując wodór metodą elektrolityczną, a azot z powietrza przez spalanie w wodorze, Możemy tu iść jeszcze dalej, stosując jako źródło azotu zamiast powietrza, zawierające tylko resztki tlenu gazy, pozostałe po utlenieniu kontaktowem NH_3 na HNO_3. — Widzimy tu przewagę metody zapomocą bezpośredniej syntezy amonjaku tam nawet, gdzie są źródła bardzo taniej energji, jak np. w Norwegji. Energja, a więc i koszt fabrykacji, jest tam tak tania, że nawet I. G. pomimo posiadania potężnych fabryk, pracujących metodą H a b e r a, zlękła się powstającego w Notodden konkurenta i weszła z nim do spółki. Tam, gdzie energja jest droższa

i wodoru się elektrolitycznie nie otrzymuje, zyskuje metoda syntetyczna jeszcze większą przewagę, dzięki sposobom wytwarzania taniego wodoru z gazu wodnego i generatorowego, bądź też z gazu koksowniczego.

Należy podkreślić, że w kosztach otrzymywania gotowych nawozów azotowych, koszty samej syntezy stanowią zaledwie około 10%,— połowę stanowią koszty surowca: azotu i wodoru, resztę — koszty przeprowadzenia NH_3 w gotowy nawóz, — te ostatnie zależne zresztą od rodzaju tego nawozu. Widać stąd, że nie jest rzeczą istotną, czy pracujemy pod ciśnieniem 100 *atm* jak w Mont Cenis, 200 — jak u Habera, 300—Fausera i Norsk-Hydro, około 700—u Casale'a i 1000—u Claude'a. Nie jest to rzeczą istotną i dlatego jeszcze, że koszty sprężania proporcjonalne do pracy sprężania, wzrastają tylko proporcjonalnie do logarytmów ciśnienia, a więc kompensują się najzupełniej korzyścią zwiększonej wydajności w poszczególnym cyklu reakcji kontaktowej. Różne metody syntezy mogą się doskonale rozwijać obok siebie, według różnych zamierzają też pracować, względnie już pracują polskie fabryki amonjaku: najstarsza w Knurowie — według Claude'a, w Chorzowie—według Norsk-Hydro, w Tarnowie—według Fausera, wreszcie w Wyrach na Śląsku. Chciałbym jedynie zaznaczyć, że nie trafiają mi do przekonania twierdzenia, iż wobec rozwoju techniki prac pod wysokiem ciśnieniem, metoda np. Mont Cenis, stosująca ciśnienie 100 *atm* zaledwie, jest krokiem wstecz. Tak nie jest, wobec tego, że stosowanie lepszych kontaktów pozwala na szybszy przepływ gazów przez kontakt, pomimo niskiej (poniżej 400°) temperatury. Niższej temperaturze odpowiada lepsza wydajność, szybki przepływ gazów pozwala na stosowanie aparatów nie większych, niż przy syntezie pod większemi ciśnieniami prowadzonej, a niższa temperatura i ciśnienie dają możność obchodzenia się bez drogich stali szlachetnych, jako materjału aparatury.

Punkt ciężkości syntezy leży w metodach otrzymywania azotu i wodoru. Zaznaczyć wobec tego należy wielki krok naprzód w rozwoju metody, opartej na otrzymywaniu mieszaniny wodoru i azotu z gazu wodnego i generatorowego przez zastosowanie jako materjału wyjściowego nie drogiego koksu, lecz taniego węgla brunatnego i podobnych surowców. Ma to znaczenie nietylko dla syntezy amonjaku, lecz dla wszystkich syntez, opartych na mieszaninie CO i H_2, przedewszystkiem dla syntezy ciekłego paliwa. Zastosowanie drobnoziarnistego paliwa gorszego gatunku do generatorów oparte jest na spostrzeżeniu, że gdy w odpowiednich warunkach przez takie paliwo dmucha się powietrze i parę, zachowuje się ono, jak gdyby było cieczą. Tłomaczy się to tem, że cząsteczki węgla, opływane przez gaz, same gwałtownie gaz wywiązujące, otoczone są jakby powłoką gazu i stają się łatwo względem siebie przesuwalne, jak cząstki mało lepkiej cieczy. Węgiel w generatorze jest w ciągłym ruchu, zetknięcie z powietrzem i parą doskonałe. Gazy, wychodzące z generatora podgrzewają węgiel, przeznaczony do zgazowania, susząc go zarazem, przyczem węgiel ten rozpada się na drobne ziarna. Generator na tym systemie oparty przerabia na gaz 750 *t* węgla brunatnego w przeciągu 24 *godz* z bardzo dobrym efektem cieplnym.

Metoda otrzymywania mieszaniny wodoru i azotu z gazu koksowniczego drogą frakcjonowanego skraplania ma znów to za sobą, że część, która się skrapla i wraca jako gaz palny do koksowni, lub pieców hutniczych, zawiera 2/3 kaloryj początkowego gazu, przyczem gaz powrotny jest lepszy, ma większą wartość opałową. W tych warunkach surowiec wiele nie kosztuje, kosztowne zaś czyszczenie gazów dzięki obserwacji, że ciekły azot doskonale wymywa resztki CO, bardzo się uprościło, można bowiem zaniechać kosztownego wymywania solami miedziawemi.

Czy metoda łukowa wiązania azotu wypowiedziała ostatnie swe słowo, nie wiadomo, Pauling przepowiada jej przyszłość, teoretycznie niema przeszkód, aby zużycie energji na *kg* związanego azotu znacznie obniżyć. Kwas azotowy, otrzymuje się dziś głównie przez utlenianie amonjaku; w tej dziedzinie. zaznaczyć należy ciekawy pomysł Fausera prowadzenia reakcji pod ciśnieniem.

W metodzie cyjanamidowej zaznaczyły się bardzo poważne postępy dzięki zastosowaniu większych pieców karbidowych, ulepszeniu konstrukcji tych pieców, zastosowaniu elektrod ciągłych, wreszcie zwiększeniu aparatów do azotowania. Pozwoliło to, jak świadczą stałe postępy fabryk w Chorzowie, Trostbergu, Piesteritz i w Norwegji, zmniejszyć znacznie zużycie energji na *kg* związanego azotu. Pomimo to metoda cyjanamidowa utrzymuje się przy życiu głównie tylko dzięki temu, że daje w azotniaku gotowy produkt dla rolnictwa, produkt, nie pozbawiony wad niewątpliwie i od innych nawozów azotowych gorszy, (licząc wartość na *kg* azotu), lecz przez to, że jest odrazu gotowy — tańszy. O przerabianiu cyjanamidu na amonjak dziś już nikt nie myśli, a kto, jak Chorzów, z musu jeszcze to robi, wkrótce tego zaniecha[1]). Ciekawą jest rzeczą, że się obecnie raczej poważnie dyskutuje metodę otrzymywania stężonego azotniaku (do 30% N_2), z wapna, amonjaku i tlenku węgla. Tłomaczy się to tem, że fabryki syntetycznego amonjaku muszą go jeszcze przerabiać na gotowe nawozy, często bardzo dużym kosztem, który stanowi, jak to podałem powyżej, poważną rubrykę w ogólnych kosztach produkcji.

Wynika to stąd, że nie każda sól amonowa i nie każdy azotan może być nawozem, nie moż-

[1]) obecnie już zaniechał.

na stosować nawozów, które się rozpływają na powietrzu, lub które po dłuższem leżeniu trudno rozsiewać, hygroskopijność zaś soli i mieszanin zależy od bardzo złożonych czynników, któremi zajmuje się obecnie chemja fizyczna stosowana. Forma i wielkość kryształu, prężność pary, szybkość pobierania i oddawania wody, odgrywają wielką rolę.

Metody otrzymywania amonjaku i nawozów azotowych, oparte na wytwarzaniu cyjanków, nie mogą być rentowne. Metoda Mościckiego wiązania N_2 z węglowodorami na HCN nadaje się tylko do wytwarzania żelazocyjanków i cyjanków.

O ile zagadnienie azotowe możemy uważać za rozwiązane, to gorzej przedstawia się sprawa z równie dla życia organizmu roślinnego niezbędnym fosforem. Fosforu glebie intensywnie uprawianej brak, dajemy jej superfosfaty, mączkę kostną, tomasynę, ostatnio zaś nawozy mieszane oparte na fosforanie amonowym. Produkcja tomasyny zmniejsza się, ponieważ coraz mniej jest rud odpowiednich do przerobu systemem Thomas'a, mączka kostna uboczną tylko rolę odgrywać może, źródłem zasadniczem nawozów fosforowych są znajdujące się w przyrodzie fosforyty mineralne. Źródła bogatych fosforytów nie starczą jednakowoż nazbyt długo, uboższych, jak n. p. naszych krajowych z Nieźwisk i Rachowa zwykłą drogą na superfosfaty przerabiać się nie opłaci.

Ta groźba jest poważniejsza, niż to było z azotem, nie mamy bowiem źródła fosforu, analogicznego do atmosfery. Tu jedynem zabezpieczeniem i to na czas pewien, będzie możność lepszego wyzyskiwania fosforu już w glebie zawartego, tylko, że narazie w postaci związków nieprzyswajalnych. Według obliczeń Habera, oczywiście w przybliżeniu tylko dokładnych, mamy w glebie na głębokości do 25 *cm* 4000 *kg* P_2O_5 na hektar. Ilość ta z łatwością na paręset lat wystarczyćby mogła, roślina korzysta jednak z niej bardzo powoli i trzeba coś zrobić, żeby to korzystanie ułatwić. Na pytanie, jak to zrobić, dziś odpowiedzi nie znajdujemy. To zatem, co się dziś w dziedzinie nawozów fosforowych robi, nie jest znajdowaniem nowych źródeł fosforu, lub jest tem tylko w stopniu bardzo nieznacznym, dziś szukamy jedynie dróg, by przy wytwarzaniu nawozów fosforowych zaoszczędzić kwasu siarkowego, ponieważ i dla niego kiedyś może zabraknąć surowców, i by podawać nawozy w postaci możliwie wolnej od balastu, jakim jest w znacznym stopniu gips w superfosfacie. Że to są rzeczy ważne, widać choćby z trudności, jakie obecnie[1]) mają polskie fabryki superfosfatu z otrzymaniem potrzebnej ilości kwasu siarkowego wobec tego, że pewną część cynku na Górnym Śląsku wytwarza się metodą elektrolityczną, — z drugiej strony coraz więcej znajdujemy zwolenników wytwarzania nawozów mieszanych, zawierających wszystkie brakujące zwykle glebie składniki *P*, *N* i *K*, których najwybitniejszym przykładem są nitrofoski I. G. I, II, i III do różnych gatunków gleby i roślin przystosowane.

Próbuje się u nas stosować ubogie fosforyty rachowskie, jako środek rozcieńczający azotan amonowy, wytwarzany w Chorzowie (nawóz, zwany nitrofosem). Taki środek rozcieńczający ze względu na własności (hygroskopijność, własność wybuchu) czystego azotanu amonu jest niezbędny i lepiej dawać coś, z czego powoli roślina korzystać może (jak to zresztą wykazały badania głównie przez prof. Vorbrodta w Krakowie prowadzone), niż balast nieużyteczny.

Sposób, który pozwala wytwarzać na wielką skalę nawozy fosforowe z fosforytów nawet uboższych, polega na otrzymywaniu fosforu drogą prażenia fosforytów z krzemionką i węglem, najlepiej w piecu elektrycznym. Fosfor ten można spalać w tlenie powietrza natychmiast w piecu, zmniejszając do pewnego stopnia nakład energji na reakcję i strącać pozostający w postaci drobnego pyłu P_2O_5 metodą elektryczną Cotrella. Można też według Lilienrotha utleniać fosfór parą wodną, otrzymując jako produkt uboczny wodór, który służyć może następnie do wytworzenia NH_3, a zapomocą tego amonjaku można wiązać kwas fosforowy na fosforan amonu, który jako taki, lub w mieszaninie z innemi solami jest nawozem sztucznym. Są tu niewątpliwie pewne trudności, związane z wytwarzaniem się śladów PH_3 będącego trucizną dla kontaktów, trudności te jednak można przezwyciężyć. Zużycie energji w metodzie Lilienrotha podawano początkowo na 16 *kWh* na *kg* fosforu, dziś jest znacznie mniejsze; zależy od rodzaju surowca. Trudności sprawiają wielkie ilości szlaki powstającej przy procesie, a próby otrzymywania z tej szlaki cementu glinkowego przez dodanie boksytu do fosforytu nie dały dotychczas wyników, któreby można było uważać za pomyślne.

Wytwarzanie nowych nawozów, stosowanie nowych metod ich wytwarzania i próby zużytkowywania nowych źródeł surowca dla nawozów, to nie wszystko, co chemja robi dla rolnictwa. Lata ostatnie przyniosły nam duże postępy w dziedzinie wytwarzania i celowego stosowania środków zmierzających do walki ze szkodnikami (środków owado - i grzybobójczych). Sprawą tą interesuje się żywo i nasz przemysł chemiczny, głównie fabryki w Zgierzu (Przemysł chemiczny w Polsce) i w Jaworznie („Azot").

Ze spraw z wyżywieniem ludzkości związanych wspomnę tu jeszcze o próbach Bergiusa technicznego wytwarzania węglowoda-

[1]) w lipcu r. ub.; teraz sytuacja się zmieniła.

nów z drzewa metodą laboratoryjnie wypracowaną przez Willstättera, a opartą na działaniu *HCl*, przyczem główna trudność polega na tem, by przy usuwaniu i regeneracji *HCl* nie zniszczyć przez dłuższe ogrzewanie produktu reakcji. Przechodzę do zużytkowania surowca drzewnego do celów fabrykacji włókien sztucznych. Tu troska o materjały zastępcze dla odzieży naszej doprowadziła do niebywałego rozrostu fabrykacji sztucznego jedwabiu według szeregu metod, jak dawna Chardonneta (nitrocelluloza), wiskozowa u nas w Polsce i wogóle najbardziej rozpowszechniona, miedziowa, octanowa i t. p. Produkcja jedwabiu sztucznego przewyższyła już w tonnach kilkakrotnie produkcję jedwabiu naturalnego. Studja budowy włókien zapomocą analizy promieniami Roentgena wykazują wyraźną strukturę włókien naturalnych i pewną jakby „niższego rzędu" kierunkowość u włókien sztucznych. Stwierdzono niewątpliwy związek pomiędzy strukturą, a własnościami mechanicznemi i wytrzymałością włókien i znaleziono drogę do badań naukowych i do dalszych pomysłów twórczych w tej dziedzinie.

Wielkie znaczenie badań zapomocą promieni Roentgena w dziedzinie włókien przypomina nam większe jeszcze zasługi tej metody, pozwalającej głębiej wejść w badanie struktury materji, przedewszystkiem budowy ciał stałych. Zasługi te dotyczą dziedziny nauki o metalach, zwanej metaloznawstwem. Nazwę tę do literatury podręcznikowej wprowadził profesor Czochralski. Metody metalograficzne, metoda badań promieniami Roentgena, pozwalają na studjowanie wpływu na budowę metali zarówno różnych domieszek, jak i termicznego i mechanicznego traktowania. Interesujemy się nietylko możnością tworzenia kryształów mieszanych i rozpuszczalnością wzajemną metali, co jest warunkiem niezbędnym trwałości i wytrzymałości i wpływu dodatniego domieszek, lecz również grubością kryształów, ich ułożeniem i zazębieniem i staramy się na rzeczy te wpływać w sposób dla nas pożądany. — Ta dziedzina wiedzy nietylko pozwala metodycznie ulepszać własności metali dawniej stosowanych, lecz wskazuje nam drogę do otrzymywania materjałów zastępczych.

Nas, jako chemików interesuje przedewszystkiem możność otrzymywania tak ważnych stali nierdzewiejących, głównie z żelaza, niklu i chromu złożonych, jak stal Kruppa V2A; niekiedy z dodatkiem molibdenu jak V4A, wytrzymałych na działanie całego szeregu odczynników chemicznych, między innemi na kwas azotowy, jak również stali wytrzymałych na działanie wysokich temperatur, które odbijały się ujemnie na dawniej stosowanych materjałach wskutek utleniania i zmniejszania wytrzymałości. Materjały metalowe, wytrzymałe na działanie temperatur wysokich i kwasów są oczywiście lepsze od ceramicznych ze względu na mniejsze ciepło właściwe i większe przewodnictwo.

Obok stali szlachetnych oraz stopu żelaza z krzemem widzimy coraz to większe zastosowanie niklu, następnie t. zw. metalu Monela (o składzie *Ni*, *Cu* oraz domieszek *Fe*, *Mn*, *Si*, *C*) otrzymywanego bezpośrednio z rud o tym składzie i wytrzymałego na słabe kwasy i alkalja. — Największą przyszłość rokuje zazastosowanie glinu i jego stopów, tu bowiem udaje się w daleko idącym stopniu ulepszać materjał drogą mechanicznego i termicznego działania, oraz poprawiać jego wytrzymałość przez wytwarzanie go w odpowiednim stopniu czystości. Ze stopów glinu wymienić należy duralumin, zawierający obok 95% *Al*, także *Mg*, *Cu*, *Mn*, *Si*, i dla chemików jeszcze ważniejszy silumin, o zawartości 13% *Si*, nadający się do odlewów, wytrzymały na korozję.

Jeżeli zważymy, że zużycie żelaza jest tak wielkie, że najbogatsze pokłady rud wkrótce się wyczerpać mogą, że to samo dotyczyć może n. p. miedzi, to zrozumiemy, jak wielką rolę może odegrać glin i jego stopy wobec wielkiego rozpowszechnienia na kuli ziemskiej, szczególnie, gdy uda się rozwiązać opracowywane i u nas zagadnienie otrzymywania tlenku glinu wolnego od *Fe* nietylko z boksytu, lecz i z glin zwykłych.

Pierwszorzędnej wagi zadanie ma do spełnienia technologja chemiczna również w dziedzinie zaopatrywania w energję i paliwo.

Nie udało się do dziś dnia rozwiązać najważniejszego zadania chwili t. j. ogniwa paliwowego, w którym energja chemiczna spalania węgla, względnie spalania *CO*, mogłaby być przeistoczona bezpośrednio w energję elektryczną, dzięki czemu uniknęłoby się strat, wynikających z przetworzenia energji chemicznej najpierw w cieplną, a potem dopiero mechaniczną i elektryczną, strat, wynikających nietylko z niedoskonałości naszych przyrządów, lecz i zasad termodynamiki. Skonstruowano wprawdzie ogniwa, gdzie kosztem spalania *CO* otrzymujemy bezpośrednio prąd elektryczny, lecz natężenie prądu, jaki pobierać możemy, jest tak małe, że o technicznem zastosowaniu narazie mowy być nie może.

Za to wielki krok naprzód uczyniono w kierunku bardziej racjonalnego spalania węgla drogą przeprowadzania go w paliwo gazowe, a ostatnio ciekłe, co jest wobec potrzeb chwili dzisiejszej zaopatrzenia silników spalinowych, silników samochodowych i samolotowych zagadnieniem pierwszorzędnem, wobec bliskiego wyczerpania się zapasów ropy naftowej.

Dystylacja węgla w temperaturach niskich zawiodła narazie do pewnego stopnia pokładane w niej nadzieje; ilość benzyn w smole pierwotnej jest niewielka, dużo jest za to fenoli, z któremi niewiadomo co zrobić, są trudności z półkoksem,

trudno też o skonstruowanie odpowiedniej aparatury, aczkolwiek poczyniono tu duże postępy i prace nad półkoksem, prowadzone także i u nas, rokują dobre nadzieje.

Na pierwszy plan wysuwają się metody, oparte na syntezie różnych produktów z CO i H_2 (gazu wodnego) oraz metody uwodorniania. Przy syntezach z CO i H_2 zachowała swój najmocniejszy wyraz prawda, że możemy dowolnie kierować przebiegiem termodynamicznie możliwych reakcyj chemicznych, jeżeli znajdziemy odpowiednie kontakty, to znaczy, że te same substancje wyjściowe, zależnie od rodzaju kontaktów, dać mogą najrozmaitsze produkty. Przez odpowiedni dobór kontaktów na ZnO głównie opartych, można otrzymywać pod ciśnieniem jako wyłączny produkt alkohol metylowy; metoda ta przez P a t a r d a we Francji i przez I. G. Farbenindustrie w Niemczech wypracowana od lat kilku pracuje z powodzeniem. Ostatnio podjęto próby skombinowania tej reakcji z syntezą amonjaku w ten sposób, że gazy koksownicze, pozbawione łatwiej skraplających się części, złożone głównie z CO, H_2 i N_2, najpierw przerabia się na alkohol metylowy, później wymywa się resztki CO azotem ciekłym i prowadzi pozostały w nadmiarze H_2 z azotem do kontaktów amonjakalnych. Z alkoholu metylowego można dojść do alkoholi wyższych. Inne znów stosując kontakty, otrzymuje F i s c h e r również pod ciśnieniem t.zw. syntol, z którego po odszczepieniu wody dostaje syntinę (węglowodory, nadające się jako paliwo ciekłe). F i s c h e r z uczniami wypracowuje również metodę syntezy węglowodorów z gazu wodnego w stosunkowo niskich temperaturach bez ciśnienia. Można mieć wątpliwość, czy to stanowi wielki krok naprzód, bo z ciśnieniami wysokiemi pracować umiemy, a łatwiej jest usuwać produkty reakcji, pracując pod ciśnieniem.

I. G. nie jest zwolenniczką otrzymywania węglowodorów z CO i H_2, trzeba tu wpierw utleniać węgiel na CO, a potem to CO z powrotem redukować, co pociąga za sobą zużycie wodoru. W metodzie B e r g i u s a uwodorniania węgla pod ciśnieniem do 200 *atm* w 450^0 możemy całą niemal substancję węglową przeprowadzić w paliwo ciekłe. Efekt reakcji zależy zresztą w znacznym stopniu od rodzaju węgla. B e r g i u s pracuje bez kontaktów, stosując conajwyżej Fe_2O_3, który niweczy szkodliwe działalności siarki. I. G. i tutaj zastosowała kontakty i, jak twierdzą jej przedstawiciele, może dzięki nim dowolnie niemal kierować reakcją uwodorniania, otrzymując produkty pożądane z małą ilością ubocznych. Zmieniając temperaturę, ciśnienie, szybkość przepływu wodoru i — co najważniejsze — kontakty, można pracować tak, że głównym produktem są lekko wrzące węglowodory alifatyczne, albo tak, że powstaje znaczna ilość węglowodorów aromatycznych. Trudność tej metody polega głównie na tem, że do aparatury pod ciśnieniem trzeba wprowadzać i usuwać stałe masy. Trudności techniczne pokonano jednak do tego stopnia, że fabryka Leuna w Merseburgu może wytworzyć rocznie około 250000 *t* benzyny.

Rozwiązanie techniczne zagadnienia nie decyduje jeszcze o jego sile gospodarczej. Koszta są jeszcze duże i trudno benzynom sztucznym konkurować z naturalnemi, przez dystylację ropy i krakowanie otrzymywanemi. Postęp jest jednak coraz większy i to głównie w dziedzinie tu najbardziej istotnej, taniego wodoru do uwodorniania. O postępach w dziedzinie otrzymywania wodoru mówiliśmy już przy syntezie amonjaku, za chwilę jeszcze o nowych ideach wspomniemy. Uwodorniać można nie tylko węgiel, lecz również smoły i oleje, zwiększając w ten pośredni sposób wydajność najważniejszych łatwo wrzących produktów.

Mówiliśmy o stosowaniu gazów koksowniczych do otrzymywania mieszanin azotu i wodoru do syntezy amonjaku, względnie wodoru do uwodorniania. By do gazów tych dojść, trzeba najpierw gaz koksowniczy starannie oczyścić, później usunąć łatwo skraplające się gazy, jak metan, etylen i inne węglowodory. Dotychczas służył gaz złożony z tych węglowodorów, jako opał, dziś myśli się o bardziej racjonalnem zużytkowaniu tych gazów, możliwem dzięki ich czystości, skutkiem czego można z niemi prowadzić reakcje kontaktowe. Można z metanu otrzymywać wodór działaniem pary wodnej według równania $CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$, a po dalszej przeróbce CO na H_2 uzyskać $4H_2$ z 1 cząsteczki CH_4. Ważna to dla nas reakcja ze względu na gaz ziemny; mówił o niej na Zjeździe prof. D o m i n i k. Można też z metanu w łuku elektrycznym, typu S c h ö n h e r r a, otrzymywać z dobrą wydajnością acetylen, z acetylenu zaś drogą reakcyj kontaktowych wobec węgla aktywnego otrzymujemy smołę, składającą się w połowie z benzenu, w połowie z homologów.

Można też, jak to słyszeliśmy od prof. S m o l e ń s k i e g o, otrzymywać ciekłe paliwo z etylenu. Myśli się również o zastosowaniu metanu bezpośrednio jako paliwa dla samochodów ciężarowych i autobusów. Do samochodów dużych stosujemy też węgiel drzewny.

Mówiliśmy, jak współczesna technologja chemiczna stara się zaspokoić najważniejsze potrzeby ludzkości; chciałbym dodać jeszcze słów kilka o tem, jakiemi się głównie posiłkuje środkami.

Żyjemy w epoce reakcyj kontaktowych; kwas siarkowy, amonjak, kwas azotowy z amonjaku, formalina, antrachinon z antracenu, alkohol metylowy, węglowodory z gazu wodnego i t.p. oto liczne przykłady.

Wiemy dziś, że kontakt nie tylko przyśpiesza reakcję, ale nadaje określony kierunek jej prze-

biegowi, że, innemi słowami, różne kontakty w różnych kierunkach pchają n.p. reakcję miedzy CO i H_2; lub np. rozkład alkoholu, który ogrzewany wobec Al_2O_3 da nam eter lub etylen, wobec pewnych metali aldehyd. Stwarza to nieskończone możliwości i są fabryki, jak np. I. G., które w badaniu i stosowaniu specyficznego działania kontaktów się wyspecjalizowały. Dużo tu zdobyto materjału, opartego jedynie na doświadczeniu przez analogję, nie ulega również wątpliwości, że współczesne studja nad kinetyką reakcyj w układach niejednorodnych, badania zjawisk powierzchniowych, badanie struktury kontaktów metodą Roentgena i wogóle nowe zdobycze w zakresie fizyki atomów i cząsteczek pozwalają coraz głębiej wniknąć w poznanie mechanizmu tych reakcyj. — Dzisiejszy okres rozwoju chemji prowadzi nas do poznania nie tylko ogólnego przebiegu reakcyj chemicznych, który jest poprostu statystycznym wynikiem niezliczonej ilości poszczególnych przemian, lecz właśnie pozwala nam stwarzać sobie określone wyobrażenie, jak te poszczególne zjawiska, reakcje poszczególnych atomów, przebiegają. Znalazłszy drogi do zbadania takich zjawisk na powierzchniach kontaktów, będziemy mogli zrozumieć „kierujące" działanie różnych kontaktów i dojść już nie tylko do empirycznego, lecz na podstawach naukowych opartego doboru kontaktów dla różnych reakcyj. Nie potrzebuję podkreślać, jak doniosłem było dla reakcyj kontaktowych i wogóle dla nowych procesów zastosowanie wysokich ciśnień tam, gdzie ciśnienie przesuwa równowagę w kierunku pożądanym, oraz jak wielkie miało znaczenie pokonanie trudności aparaturowych przy otrzymywaniu takich ciśnień.

Chcę dalej wskazać na metody, które podobnie jak reakcje kontaktowe w ścisłym związku pozostają ze zjawiskiem adsorbcji, zachowaniem się koloidów i ogólnie zjawiskami na powierzchni zetknięcia faz. Metody te służą nam z jednej strony do korzystania z surowców ubogich, wyławiania substancyj cennych, znajdujących się w rozproszeniu, z drugiej do odzyskiwania w stanie stężonym produktów, które przy procesach technicznych rozproszeniu ulegają. Zacznę od t. zwanej metody flotacyjnej: wiadomo, że zależnie od wartości napięcia powierzchniowego ciała stałego i cieczy oraz napięcia na powierzchni zetknięcia faz mamy między innemi do czynienia z pełnem lub złem zwilżaniem ciał stałych przez ciecze. — Woda, np. mająca duże napięcie powierzchniowe zwilża źle wiele substancyj organicznych.

Metoda flotacyjna polega na tem, że woda zwilża o wiele gorzej rudy siarkowe, jak blendę, galenę, siarczek miedzi i t. p., niż kwarc i wogóle złoże, które rudom tym towarzyszy. Różnica ta występuje jeszcze wyraźniej, gdy dodamy oleju. Jeśli więc damy rudę sproszkowaną do wody, dodamy nieco oleju i będziemy tłoczyć powietrze przez ciecz, to kwarc i złoże pozostaną w wodzie, a ruda da z olejem trwałą pianę na powierzchni, którą łatwo oddzielić. Drogą tą udało się np. wydobyć przeszło 100000 t Cu z rud, zawierających poniżej 1% Cu, w ten sposób u nas na Śląsku zużytkowujemy ubogie rudy cynkowe. Metoda flotacyjna pozwala sięgać po ubogie surowce, metoda adsorbcji powierzchniowej zapomocą n.p. węgla aktywowanego lub gelu krzemionkowego daje możność uniknięcia strat substancyj, znajdujących się w stanie rozcieńczenia w fazie gazowej, przez adsorbcję gazów i par. Możemy nie tylko regenerować z gazów uchodzących przy różnych fabrykacjach rozpuszczalniki, jak aceton, eter i t. p., możemy otrzymać gazolinę z gazu ziemnego, jak to u nas robi, — lecz możemy również chwytać SO_2 z gazów w ten składnik ubogich, oczyszczać gazy od siarki, odbarwiać roztwory cukru, zwiększać próżnię, usuwać wilgoć z powietrza, regenerować tlenki azotu i. t. p.

Na elektrycznem zachowaniu się ciał w stanie wielkiego rozrobnienia, pyłu lub mgły, t. j. zawiesiny ciekłej, oparta jest inna znowu metoda, coraz większe znajdująca zastosowanie w przemyśle, mianowicie metoda C o t r e l l a.

Według metody tej przepuszczamy gaz, zawierający pył lub mgłę przez pole elektryczne o wysokim napięciu, znajdujące się pomiędzy elektrodą z drutu lub systemu drutów, połączoną ze źródłem prądu stałego o napięciu kilkudziesięciu tysięcy woltów, a drugą elektrodą w kształcie rury lub płyty uziemionej. Pył związany z jonami gazowemi dąży ku elektrodzie i osiada na niej po oddaniu ładunku przez jony. Metoda C o t r e l l a stosuje się nie tylko do usuwania pyłu z gazów, n.p. z pieców pirytowych i pieców do prażenia blendy, jak u nas na Śląsku i pod Poznaniem w fabryce Maya, oraz wogóle do t.zw. odkurzania n.p. w przemyśle cementowym, gipsowym, glinowym, lecz również n.p. do usuwania mgły H_2SO_4 w aparatach do stężania tego kwasu, a wreszcie wprost do strącania stałego, lecz bardzo rozbrobnionego produktu reakcyj, jak przy otrzymaniu P_2O_5 drogą utleniania fosforu, wytworzonego w piecu elektrycznym.

Nie będę tu mówił o ulepszeniach w fabrykacji kwasu siarkowego metodą komorową, polegających na lepszem chłodzeniu i mieszaniu gazów i mgieł w komorach, o syntezie HCl z chloru i wodoru, gdy dawniej Cl_2 z HCl otrzymywano, o ulepszeniach w elektrolizie; pragnę jednak jeszcze zwrócić uwagę, że zrywamy wreszcie z nieracjonalną metodą przerabiania kwasów nieorganicznych i organicznych rozcieńczonych, których przez dystylację od wody oddzielić nie można, na kwasy stężone drogą przeprowadzenia kwasu w sól i działania na tę sól kwasem mocniejszym, by z powrotem kwas nasz, lecz już stężony, otrzymać. Opraco-

wano metodę ekstrakcji kwasu octowego z par, wodę i kwas ten zawierających, zapomocą olejów ze smoły drzewnej, przez dystylację roztworu w próżni otrzymujemy ten kwas w stanie stężonym powyżej 90%. W ten sposób odpada octan wapnia, jako produkt pośredni. Według metody tej przebudowuje się fabrykę dystylacji drzewa w Hajnówce.

Badania układów trójskładnikowych pozwoliło zarzucić stężenie HNO_3 drogą otrzymania saletry sztucznej i rozkładu jej kwasem siarkowym, umiemy dziś stężać kwas azotowy przez współdziałanie H_2SO_4. Badanie własności mieszanin azeotropowych pozwoliło otrzymać drogą dystylacji alkoholu etylowego wodnego z benzolem alkohol bezwodny, jak u nas w Kutnie, i w podobny sposób także kwas octowy.

Na wzmiankę zasługują badania nad związkami metali z tlenkiem węgla, t. z. karbonylkami, które doprowadziły do metody wytwarzania z rud karbonylku niklu i z niego niklu metalicznego; do metod fabrykacji karbonylku żelaza, który jako taki jest substancją, znajdującą duże zastosowanie jako środek przeciwko stukaniu silników samochodowych, oraz jest punktem wyjścia do otrzymania czystego żelaza do kontaktów.

Do najważniejszych zasad ogólnych technologji, które coraz szersze znajdują zastosowanie, zaliczamy zasadę ciągłości pracy. — Nie potrzebuję tu uzasadniać zalet pracy metodą ciągłą w przeciwstawieniu do metody przerywanej, wynikających z oszczędności na czasie, obsłudze, „kosztach transportu", a często i na paliwie. Pragnę podkreślić znaczenie pracy ciągłej dla jakości otrzymanego produktu i wydajności substancji, którą wytworzyć chcemy, możliwie wolnej od zanieczyszczeń. By otrzymać produkt ściśle określony, trzeba pracować w ściśle określonych warunkach. Tymczasem wyobraźmy sobie n.p. strącanie kwasu siarkowego octanem barowym. Na początku będziemy mieli roztwór mocno kwaśny (H_2SO_4), na końcu bardzo słabo kwaśny (CH_3CO_2H). Tak samo może się podczas reakcji zmienić temperatura. W tych warunkach zależy się bardzo od sprawności robotnika i trudno jest otrzymać stale jednakowe produkty. Co innego, gdy masy reagujące, przechodząc stopniowo przez aparaturę, do pracy ciągłej w poszczególnych jej częściach znajdują się w ściśle określonych stanach. Usunięcie z techniki wszelkich procesów przerywanych i zastąpienie ich ciągłemi, zależy od odpowiedniej aparatury. Lata ostatnie przyniosły wiele pod tym względem: Piece obrotowe, piece do prażenia w rodzaju Herreshofa, piece do dystylacji ciągłej w gazowniach, jak w Krakowie i Warszawie, aparaty mechaniczne do otrzymywania chlorku wapna, a szczególnie piece tunelowe stanowią przykład aparatów do prowadzenia reakcyj ciał stałych w wysokiej temperaturze przeważnie przy współdziałaniu gazów. Przykłady aparatury do pracy ciągłej w przypadkach, gdy ciecze reagują z innemi cieczami, ciałami stałemi lub gazami, stanowią np. aparaty do otrzymywania kwasu solnego i kwaśnego siarczanu sodu, aparaty Kubierschky'ego, i t.d., do reakcyj, gdzie wydziela się osad stały, służy ostatnio często omawiana aparatura Tow. Dorr składająca się z mieszadeł, t. zw. zagęszczaczy i pomp. Za jej pomocą otrzymujemy w sposób ciągły n.p. $NaOH$ z sody, siarczan glinu i t. p. Z poszczególnych sposobów pracy metodą ciągłą należy wymienić zastosowanie elektrody ciągłej.

Analogja poszczególnych czynności w prowadzonych w sposób ciągły różnych procesach pozwala na stworzenie pewnych typów aparatów ogólniejszego charakteru; dalszy krok naprzód w tym kierunku stanowi analogja metod fabrykacji całkowitych bez względu na rodzaj produktu.

Gdy porównamy metodę fabrykacji amonjaku syntetycznego z gazu wodnego i metodę fabrykacji alkoholu metylowego, uderzy nas bardzo daleko idące podobieństwo.

W obu przypadkach musimy otrzymać gaz wodny i ten gaz oczyścić; w syntezie amonjaku dochodzi jeszcze utlenianie CO na CO_2 i usuwanie tego CO_2; w obu przypadkach musimy gazy sprężyć, i prowadzimy je następnie do aparatu kontaktowego, analogiczmie skonstruowanego, uprzednio ogrzawszy w analogicznych przyrządach, po reakcji wydzielamy jej produkt w stanie ciekłym, przeprowadziwszy uprzednio regenerację ciepła.

Prawie identyczna aparatura służy nam w obu przypadkach.

Takich przykładów przytoczyćby można wiele. Można stwierdzić, że coraz więcej substancyj nieorganicznych i organicznych o zupełnie różnych własnościach, i ilościach, w jakich je wytwarzamy, otrzymuje się według zasadniczo jednakowych, lub podobnych metod fabrykacyjnych „typów procesów", jak mówi Franck, który pierwszy zajął się bliżej rozpatrzeniem tych rzeczy. Jako przykłady takich typów możemy przytoczyć:

1) reakcje kontaktowe: H_2SO_4, NH_3, Cl_2, alkohol metylowy, formalina, antrachinon, kwas azotowy i t. p.

2) podwójną wymianę: soda metodą Solvay'a, sole potasowe, siarczan amonu z gipsu.

3) elektrolizę: $NaOH$ i Cl_2, Al, Mg, Na, $KClO_3$ i t. p.

4) procesy elektrotermiczne: karbid, fosfór, stopy żelaza, stal.

Dla każdego takiego typu można podać schemat reakcji, tak n.p. dla reakcyj kontaktowych:

Otrzymanie gazu → oczyszczenie, suszenie, podgrzewanie → reakcja kontaktowa → regeneracja ciepła → wydzielenie produktów reakcji → cyrkulacja.

Coraz więcej jest procesów współczesnych, na głębszych podstawach naukowych opartych, które można zaliczyć do takich typów. Nie da się umieścić w ten sposób tych tylko procesów, które w znacznym jeszcze stopniu oparte są na surowych danych empirycznych. Ten podział procesów według typów może być poważnym krokiem do unaukowienia technologji chemicznej.

Dotychczasowa technologja chemiczna była nauką opisową: opisywano metody otrzymywania pewnego określonego produktu i według tych produktów przeprowadzano podział materjału. W ten sposób technologja chemiczna czerpała metodykę i przedmiot z całokształtu wiedzy chemicznej, uzupełniając ją wycieczkami w dziedzinę maszynoznawstwa i statystyki gospodarczej. Już na początku bieżącego stulecia Le Chatelier odróżnia syntetyczny charakter wiedzy technicznej od analitycznego ścisłej wiedzy przyrodniczej i żąda, by technologja przestała być zlepkiem wiadomości z różnych dziedzin, mechanicznie zebranych w odniesieniu do pewnego określonego produktu, wytwarzanego w fabryce, lecz, by metodycznie rozpatrywała wszystkie czynniki określające prowadzenie danego procesu technicznego, odważając ich rolę i wyprowadzając syntetyczne wnioski. Poważnym postępem na drodze unaukowienia było stworzenie pewnych zasad ogólnych technologji, jak n.p. zasada przeciwprądu, a także zasada rozwinięcia jaknajwiększej powierzchni tam, gdzie reagują substancje znajdujące się w różnych stanach skupienia, lub wogóle stanowiące odrębne fazy.

Takie zasady ogólne nie uwypuklały się jednak należycie w dotychczasowej metodzie wykładu technologji; na istnienie typów procesów, o jakich mówiłem powyżej, nie zwracano należycie uwagi, ponieważ nie rozpatrywano ich jako takich, nie badano ich cech charakterystycznych niezależnie od studjów nad wytwarzaniem jakiegoś poszczególnego produktu.

Rozpatrywanie takich natomiast typów procesów i ich różnorodnego zastosowania w technice pozwala na wyprowadzenie ogólnych zasad technologicznych i daje głębszy wgląd w postępowanie technika i myślenie techniczne, niż to było możliwe przy rozpatrywaniu historji procesu od surowca do produktu ostatecznego.

W ten sposób możemy dla każdej niemal czynności, jaką wykonuje technik, wyprowadzić pewną zasadę ogólną: Tak n.p., gdy chodzi o regulowanie optymalnych warunków temperatury reakcji, musimy mieć przed oczami zasadę, że wszelkie wytwarzanie ciepła odbywa się w przestrzeni trójwymiarowej, wszelkie przenoszenie lub odprowadzenie ciepła jest proporcjonalne do powierzchni. Gdy w przypadku reakcji egzotermicznej chodzi o temperaturę wysoką, będziemy stosowali aparaty duże, gdy pożądane są temperatury niższe — małe.

Podobnie ogólne zasady kierują nami wtedy, gdy chodzi o ograniczenie do minimum roli procesów wtórnych; staramy się wtedy zwiększyć szybkość procesu zasadniczego, tak jednak, by przez to szybkość procesu wtórnego nie uległa większej zmianie.

W procesach egzotermicznych, zwiększając szybkość reakcji egzotermicznej, zmniejszamy znacznie straty przez promieniowanie i przewodnictwo, ponieważ straty te, na jednostkę czasu obliczone, są od ilości wydzielonego w jednostce czasu ciepła niezależne, a wzrastają jedynie wskutek wzrostu temperatury, w znacznie mniejszym stopniu jednak, niż ilość ciepła wydzielanego. Dlatego to możemy prowadzić proces Bessemera bez ogrzewania zewnątrz i w taki sam sposób prowadzić n.p. utlenianie amonjaku.

Analogiczny przykład mamy przy elektrolizie soli kuchennej metodą rtęciową, gdzie zwiększając gęstość prądu, a więc szybkość wyładowywania się jonów na elektrodzie, zmniejszamy znacznie ujemny wpływ, jaki ma chemiczna reakcja amalgamatu sodu z roztworem, której szybkość jest w zasadzie niezależna od gęstości prądu, a wzrasta conajwyżej wskutek podwyższenia temperatury.

Podział procesów technologicznach na typy zasadnicze daje nam jeszcze prócz ułatwienia w wyprowadzeniu i stosowaniu pewnych zasad ogólnych, dalsze bardzo poważne korzyści.

Rozpatrując przykład syntezy amonjaku i alkoholu metylowego, zwracałem uwagę na zupełną analogję w konstrukcji aparatury. O ile dawniej, gdy każdym poszczególnym procesem technologicznym zajmowano się jako takim i mało zwracano uwagi na analogję co do charakteru procesu z innemi, aparatura kształtowała się bardzo różnorodnie, to teraz, po sprowadzeniu procesów technologicznych do szeregu zasadniczych typów, można pomyśleć o uproszczeniu i znormalizowaniu aparatury. A takie znormalizowanie środków naszej pracy przemysłowej może dać pole do wielu ułatwień i oszczędności i stanowić może jeden z najpoważniejszych czynników racjonalnej organizacji pracy, która jest zasadniczym warunkiem postępu techniki.

Sprawy margarynowe.

Questions du contrôle de la margarine.

W związku z artykułami, które się ukazały w Nr. 23 Przemysłu Chemicznego 1) „W sprawie kontroli wyrobów fabryk margaryny", podpisany przez p. dr. Leonarda Biera, 2) „O reakcjach barwnych oleju sezamowego", podpisany przez p. inż. Stanisława Żmigroda, pragnąłbym umieścić kilka słów odpowiedzi, które przyczynić się mogą do wyjaśnienia i właściwego oświetlenia sprawy. Korzystam z tej okazji tem chętniej, gdyż zawsze dawałem wyraz opinji, że problemat rozwoju przemysłu tłuszczowego powinien być przedmiotem publicznej dyskusji, w której praktycznie i naukowo poszczególne sprawy mogłyby być wszechstronnie oświetlone.

Sprawa kontroli tłuszczów jadalnych, znajdujących się w obiegu na rynku, jest niezmiernej wagi i musi być przez powołane do tego organy władz państwowych należycie, fachowo i planowo prowadzona. Kontrola ta jednak musi się odbywać z uwzględnieniem tych wszystkich doświadczeń, które przeżyły już kraje, posiadające za sobą tradycje rozwojowe przemysłu tłuszczowego, specjalnie zaś margarynowego.

Od chwili rozpoczęcia produkcji margaryny, w której sfery ziemiańskie w krajach rolniczych upatrywały dużą konkurencję dla naturalnego zwierzęcego produktu tłuszczowego, jakim jest masło, wyłoniła się kwestja zastosowania przy produkcji margaryny środków rozpoznawczych, na podstawie których można byłoby bardzo prostemi metodami zindentyfikować ten tłuszcz, uniemożliwiając używanie go do zafałszowań masła. Chemicy żywnościowi wszystkich krajów, w których powstała produkcja margaryny, od kilkudziesięciu lat pracują nad wynalezieniem odpowiedniego środka, któryby umożliwił taką identyfikację. Przy ustalaniu tego środka wychodzono z następujących założeń:

1) że środek ten nie powinien być szkodliwym dla organizmu;

2) nie powinien mieć własności rozkładowych tłuszczu, względnie obniżać wartości użytkowej tegoż;

3) z osnową tłuszczową margaryny musi się zespalać łatwo i to tak, aby nie można go było izolować prostemi środkami przez wymycie, strącenie i t. p.;

4) powinien dawać reakcję pewną metodami najprostszemi i reakcję tak wyraźną, ażeby nawet laik mógł ją wykonać i badany tłuszcz zidentyfikować;

5) nie powinien wpływać znacznie podrażająco na gotowy produkt.

Wprowadzenie na rynek margaryny, jak wiadomo, miało na celu udostępnienie szerokim warstwom ludności robotniczej i mieszczańskiej nabywanie zdrowych i tanich tłuszczów. Władze, którym powierzona jest opieka nad hygieną i zdrowotnością ludności, produkcję margaryny we wszystkich krajach forytują w najlepiej zrozumianym interesie szerokich warstw konsumentów. Tem się też tłomaczy, że w krajach wybitnie przemysłowych przemysł margarynowy rozwinął się do olbrzymich rozmiarów, a konsumcja tłuszczów na głowę mieszkańca wzrosła bardzo znacznie i wynosi dla poszczególnych krajów: w Holandji 29 *kg* na głowę rocznie, w Niemczech 27,5 *kg*, w Anglji około 27 *kg*, w krajach skandynawskich dochodzi nawet do 40 *kg*, z czego od 50 do 70% przypada na konsumcję margaryny.

W Polsce natomiast konsumcja tłuszczów wynosi zaledwie około 8 *kg* na głowę, z czego 0,35 *kg* przypada na margarynę.

Nie ulega chyba najmniejszej wątpliwości, że dla podniesienia zdrowotności i hygieny ludności Państwa Polskiego koniecznem jest udostępnienie tej ludności nabywania tanich tłuszczów, a tem samem koniecznem się staje popieranie i ochrona rozwoju przemysłu tłuszczowego w Polsce.

Również nie ulega najmniejszej wątpliwości, że organa kontrolne Departamentu Zdrowia muszą z jak największą energją przeciwdziałać i zwalczać wszelkie nadużycia w postaci zafałszowań tłuszczów jadalnych, podaży tych tłuszczów pod niewłaściwemi mianami i t. p.

Kontrola winna się odbywać na zasadach naukowych, zmierzać powinna do wykrywania zafałszowań i to w ten sposób, ażeby nie dać powodu do przypuszczeń, że używanie sztucz-

nych tłuszczów może być ze szkodą dla ludności. Zwalczanie zafałszowań może być skuteczne tylko przez wykrywanie miejsc, warsztatów, fabryczek, które zafałszowań tych dokonują. Jeżeli chodzi o produkcję margaryny, to nieliczne fabryki, znajdujące się na terenie Rzeczypospolitej mogą być na miejscu i skutecznie poddane kontroli przez sporadyczne lub stałe pobieranie prób do analizy.

Kontrola natomiast wykonywana w ten sposób, jak to miało miejsce dotychczas, spowodować musi różne nieporozumienia, wywołuje wśród kupictwa niechęć do prowadzenia tego artykułu, powoduje dalej niewłaściwe opinje w prasie brukowej i t. p.

Przechodząc do treści artykułu p. inż. Żmigroda, muszę podkreślić wbrew jego twierdzeniu, że reakcja barwna oleju sezamowego, mająca służyć do absolutnie pewnej identyfikacji tego tłuszczu, nie może być uważana jako reakcja specyficzna i nie może w żadnym razie być miarodajną do ustalenia faktu, że w analizowanej margarynie niema lub jest w niedostatecznej ilości dodany olej sezamowy, lub też, że dodany olej sezamowy nie odpowiadał wymogom, przewidzianym w Rozp. Prez. Rzeczyposp. z dn. 29/II. 28.

W notatce, umieszczonej w Nr. 20 Wiadomości Przemyslu Chemicznego, podane były 3 powody osłabienia reakcji, a mianowicie:

1) o ile olej sezamowy jest doskonale rafinowany przy użyciu wysoko aktywnej ziemi odbarwiającej;

2) jeżeli do analizy wzięta była próba margaryny, starej i nieco zjełczałej;

3) o ile barwnik, użyty do margaryny, nie został izolowany przed wykonaniem reakcji furfurolowej.

Odnośnie p. 1) p. inż. Żmigród powołuje się na istniejące rozporządzenie Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 29 lutego 1928 r., w którem wyraźnie jest podane, jakie własności powinien mieć dodawany do margaryny olej sezamowy. W imieniu wszystkich fabryk margaryny, pracujących na obszarze celnym Polski, mogę z całym naciskiem oświadczyć, że olej sezamowy dodawany do margaryny jest każdorazowo analizowany i tylko taki olej jest brany dalej do przerobu, który odpowiada wymogom wspomnianego rozporządzenia.

Pan inż. Żmigród nie bierze tego pod uwagę, że przemiany, zachodzące w osnowie tłuszczowej po dodaniu oleju sezamowego, nie są jeszcze należycie i w dostatecznej mierze naukowo zbadane. Pan Żmigród żąda, ażeby przy produkcji margaryny używany był tylko olej sezamowy, wytłaczany na zimno, który według jego twierdzenia daje dostatecznie wyraźną reakcję furfurolową. Tę sprawę muszę nieco obszerniej potraktować.

Olej sezamowy, jak wiadomo, wytłaczany jest z nasion sezamowych, które hodowane są w większych ilościach w Afryce, w Indjach, w Azji Mniejszej i na niektórych wyspach Archipelagu. Badania naukowe stwierdzają, że nie wszystkie nasiona sezamowe dają olej o tych samych własnościach, i tak południowo afrykańskie i indyjskie wykazują w oleju większą zawartość sezaminy i sezamolu, aniżeli pochodzące z północnej Afryki i Azji Mniejszej. Olej sezamowy, wytłaczany z nasion afrykańskich i azjatyckich, przeznaczony jest jako naturalny olej jadalny do bezpośredniej konsumcji, względnie używany jest w krajach o dużej konsumcji oleju oliwkowego jako produkt zastępczy, gdyż posiada on wiele cech wspólnych z olejem oliwkowym.

Kraje, posiadające własną hodowlę nasion sezamowych, a jednocześnie konsumujące duże ilości oleju sezamowego, nie oddają tych nasion względnie oleju do obrotu światowego. Objektem handlu światowego są przeważnie nasiona sezamowe, których olej wykazuje niższą zawartość sezaminy i sezamolu. Zawartość tych związków odpowiada jednak w zupełności wymogom naszych przepisów.

Pan inż. Żmigród zapomina, że nie posiadamy w Polsce własnej produkcji oleju sezamowegoi skazani jesteśmy na nabywanie tego oleju zagranicą tam, gdzie on jest dla nas dostępny, a więc przeważnie w Holandji i w Niemczech. Polskie fabryki nabywają z reguły olej sezamowy na zimno prasowany, jednak i w tym wypadku, co p. inż. Żmigród niewątpliwie nam przyznać musi, olej ten z powodu długiego transportu do bezpośredniego przerobu na margarynę nie może być zużyty, jako olej egzotyczny podlega bardzo łatwo rozkładowi, przychodzi na miejsce zużycia z zawartością od 2% do 7% wolnych kwasów tłuszczowych, które to kwasy uniemożliwiają zużycie go do fabrykacji bez uprzedniego oczyszczenia (rafinacji).

A więc nie chęć wykorzystania niskiej stawki celnej przy imporcie oleju sezamowego, lecz konieczności praktyczne zmuszają fabryki margaryny do rafinowania oleju sezamowego. Przemysł polski uzależniony jest w dostawach oleju sezamowego, jak wyżej powiedziano, od rynku holenderskiego i niemieckiego, który również ma trudności w nabywaniu nasion względnie oleju sezamowego. Z tego też powodu ceny tego oleju są tak wygórowane, że z reguły przekraczają o 20 — 30% ceny najwyższych gatunków oleju kokosowego, czyli i w tym wypadku przemysł tłuszczowy polski w żadnym razie nie może kalkulować na niższej cenie poszczególnych gatunków oleju, o jakich wspomina p. inż. Żmigród.

Przy zakupach wszyscy fabrykanci jako warunek stawiają dostateczną reakcję furfurolową. Pozatem olej po przerafinowaniu w polskich fabrykach, zanim dodany zostanie do margaryny, jak wyżej już wspomniano, podlega analizom kontrolnym i tylko taki olej, który wykazuje wymaganą reakcję, używany jest do przerobu. Praktyka wykazuje, że po rafinacji intensywność reakcji furfurolowej nieco słabnie.

Jeszcze raz z całą stanowczością twierdzę, że wszystkie fabryki margaryny, pracujące na obszarze celnym polskim, stosują się ściśle do wymogów wspomnianego wyżej rozporządzenia. Produkt gotowy, wysłany z fabryki, jest poddawany kontroli laboratoryjnej, celem stwierdzenia, czy już gotowa margaryna wykazuje należytą reakcję furfurolową. Fabryki margaryny ze swej strony wykonują wszelkie dostępne naukowo kontrole dla zabezpieczenia się, aby produkt, wychodzący z fabryki odpowiadał ściśle wymogom naszych przepisów.

Odnośnie p. 2). Zachodzi pytanie, co jest przyczyną, że wiele gatunków margaryny, analizowanych przez nasze urzędy badania żywności, nie wykazuje dostatecznie silnej, a w niektórych wypadkach i negatywną reakcję furfurolową — i tutaj pragnęlibyśmy się odwołać do literatury fachowej.

Dziwi nas niezmiernie zupełnie stanowcze twierdzenie pana inż. Żmigroda: „opierając się na niezmiernie wielkiej liczbie dokonanych w Zakładzie warszawskim analiz, że nie było nigdy wypadku, ażeby margaryna, choćby nie wiem jak stara i zjełczała, przeszkadzała kiedykolwiek w wykrywaniu oleju sezamowego, któryby odpowiadał stawianym wymaganiom". Twierdzeniu temu przeczą wyniki badań kontrolnych, wykonywanych w niektórych polskich fabrykach i laboratorjach prywatnych.

Literatura fachowa wykazuje:

1) Hefter („Technologie der Fette und Oele" tom 3-ci, str. 211) wypowiada się w tej sprawie jak następuje:

„Olej sezamowy w żadnym wypadku nie może być uważany za absolutnie pewny środek rozpoznawczy, jak to sobie wyobraża ustawodawca; o ile na zasadzie dotychczasowych doświadczeń nie można z całą stanowczością udowodnić, czy do analizowanego tłuszczu dodany jest olej sezamowy, to już zupełnie nie możliwe jest stwierdzenie, czy dany tłuszcz zawiera przepisową ilość oleju sezamowego". (w Niemczech i Austrji 10%).

2) D. Holde („Untersuchung der Kohlenwasserstofföle und Fette" wyd. 5-e, str. 548), który powołując się na wyniki Soltsiena, podaje:

„Według P. Soltsiena nie może być stwierdzona zawartość nawet 10—20% oleju sezamowego w starych (zjełczałych) tłuszczach według wyżej wymienionych reakcyj," (Baudouin'a), gdyż tłuszcze te po 8 tygodniach dają zaledwie reakcję takiej intensywności, jak przy dodaniu 1% oleju sezamowego (należy rozumieć w stanie świeżym). Przy tłuszczach rafinowanych węglem zwierzęcym reakcja na olej sezamowy jest negatywna.

3) A. D. Grün („Analyse der Fette und Wachse" I tom, str. 291):

„Olej zjełczały wykazuje znacznie słabszą reakcję (mowa o reakcji Baudouin'a). To samo występuje i przy olejach, które przez pewien czas były ogrzewane w wysokiej temperaturze, naprzykład około ½ godziny przy 250°, reakcja występuje bardzo słabo, lub też zanika zupełnie; również przy olejach traktowanych węglem zwierzęcym może reakcja na skutek adsorpcji oleju sezamowego przez węgiel zawodzić".

4) Codex Alimentarius Austriacus II-e wydanie z 1927 r. str. 47:

„Przy silnie bielonych lub też zjełczałych tłuszczach reakcja może być negatywną".

Na podstawie wyżej powiedzianego, z całą stanowczością utrzymuję, że tłuszcz zjełczały

wykazuje znacznie osłabioną, a w wielu wypadkach negatywną reakcję furfurolową.

W następnych numerach Przemysłu Chemicznego podane będą wyniki laboratoryjnych badań, wykonanych w Polsce.

Odnośnie p. 3). Ponieważ urzędy badania, żywności według twierdzeń p. inż. Żmigroda przed wykonaniem analizy furfurolowej identyfikują i izolują barwniki, sprawa ta jest dostatecznie wyjaśniona i obecnie nieaktualna. Nie rozumiem tylko wyrażenia p. inż. Żmigroda, że „i w tym wypadku twierdzenie to daleko odbiega od prawdy, gdyż przystępując do wykonywania reakcji Baudouina i t. d." Kładziemy to na karb specjalnego sposobu wyrażania się, chociaż w poważnej polemice fachowej nie powinno ono mieć miejsca.

Wszystko wyżej powiedziane zdaje się dostatecznie udowadniać moje twierdzenie, że reakcja furfurolowa w zastosowaniu praktycznem nie może być w sensie naukowym uważana za reakcję specyficzną.

Z tych też powodów jak również i ze względów gospodarczych w poszczególnych krajach, produkujących margarynę, stosowane są różne środki rozpoznawcze, jak n.p.: mączka kartoflana, dwumetyloamidoazobenzol, fenolftaleina i inne.

Inż. Jan Podraszko

Przewodniczący Sekcji Tłuszczowej
Związku Przemysłu Chemiczn. R. P.

Warszawa, w grudniu 1929 r.

Z prac normalizacyjnych i naukowej organizacji.

Travaux des comités de normalisation et de l'organisation scientifique.

Sprawozdanie z IV Ogólnego zebrania Sekcji Przemysłu Chemicznego przy Instytucie Naukowej Organizacji.

dnia 28 października 1929 r.

Compte rendu de la quatrième assemblée de la Section de l'Industrie Chimique près l'Institut de l'Organisation scientifique du 28.X.1929.

Zebranie rozpoczęto o godz. 8,15 zagajeniem prof. J. Zawadzkiego, który objął przewodnictwo w zastępstwie p. dyr. Ed. Trepki. Na sali obecnych 28 osób.

1. Prof. J. Zawadzki w słowie wstępnem rzuca pewne nowe myśli, dotyczące przyszłego rozwoju metod technologji chemicznej. Przy studjowaniu nowych procesów produkcji różnych artykułów zupełnie od siebie różnych, można ustalić wspólne metody postępowania technologicznego. Jako przykład podaje mówca syntezę amonjaku i otrzymywanie alkoholu metylowego drogą syntetyczną, gdzie mamy w obu wypadkach do czynienia z gazem wodnym i stosujemy tę samą metodę. Płynie stąd wniosek, że mimo odmiennych procesów chemicznych, mamy podobną aparaturę. Według prof. Zawadzkiego procesy technologiczne będzie można podzielić na kilka lub kilkanaście typów; mielibyśmy tu pewną analogję z metodami w dziedzinie nauczania: możność ustalenia systemu pewnych wspólnych metod. Zrobionoby w ten sposób krok naprzód w dziedzinie *normalizacji aparatury chemicznej*, co jest niesłychanie ważne w życiu fabrycznem i dałoby olbrzymie korzyści praktyczne. Jest to dziś zagadnienie modne w przemyśle chemicznym i czas o tych rzeczach w Polsce pomyśleć. Pan prof. Zawadzki w porozumieniu z p. dyr. Trepką uważa, że pożądana jest tu inicjatywa w zastosowaniu nowych metod organizacji. Prace w tym kierunku trwają nie od dziś. Byłoby bardzo pożądane, aby starsi kierownicy przedsiębiorstw chemicznych, podzielili się swemi poglądami i porównali je z dzisiejszemi zasadami oraz metodyką naukowej organizacji na wspólnej konferencji lub zebraniach „Sekcji Chemicznej".

2. Następuje odczytanie protokołu z ostatniego III-go zebrania Sekcji Chemicznej z dn. 24. IV r. b. przez p. inż. J. Wierusz-Kowalskiego, który to protokół zebrani przyjęli do zatwierdzającej wiadomości.

3. Dział sprawozdawczo-informacyjny z dziedziny Naukowej Organizacji zreferował inż. J. Wierusz-Kowalski, podając kilkanaście tytułów ostatnich prac oryginalnych z dziedziny naukowej organizacji i wiadomości bieżących z ostatnich Nr.Nr. „Przeglądu Organizacji" za okres 1/V — 1/X b. r. Sekretarz W. Kowalski cytuje następujące ciekawsze dla chemików prace:

1) prof. K. Adamiecki: „Krótki zarys historji rozwoju naukowej organizacji w Polsce na tle jej rozwoju w innych krajach".

2) dyr. J. Śmigielski: „Naukowa organizacja w świetle korzyści, jakie daje licznym rzeszom pracowników zatrudnionych w przemyśle".

3) inż. M. Bornstein: „Kontrola mechaniczna w zakładach przemysłowych" oraz „Zagadnienie kierownictwa w przemyśle".

4) Hen. Chorol: „O nowoczesnej organizacji pracy biurowości".

5) Przemówienie prof. Emersona na zebraniu Polsko-Amerykańskiej Izby Przemysłowo-Handlowej w New-Yorku, 16/V. 1929.

6) Inż. Kucharzewski: „Amerykańskie metody kierownictwa w Polsce".

7) Prof. H. Le Chatelier: „Organizacja pracy a kwestje socjalne".

8) Wacław Mileski: „Nauka o organizacji".

Z ciekawszych wiadomości ostatniej doby Sekretarz Wierusz-Kowalski wzmiankuje o artykule „Premje—Wypadki—Organizacja" z pisma „Reichsarbeitsblatt", o mającym się odbyć we wrześniu w Barcelonie IV-ym Międzynarodowym Kongresie Psychotechnicznym" i t. p.

Następnie o swych wrażeniach z IV-go Międzynarodowego Kongresu Naukowej Organizacji, który się odbył w czerwcu b. r. w Paryżu, informuje zebranych jeden z delegatów na Zjazd p. inż. M. Borstein: Polska wyróżniła się dodatnio wysokim poziomem swych 9 referatów kongresowych. (Tak np. z dziedziny organizacji rolniczej referat p. inż. Tomaszewskiego „O harmonogramach rolniczych" był pierwszym i jedynym w swym rodzaju). Jednakże ogólna organizacja Kongresu nieco szwankowała. Przemysł chemiczny był bardzo słabo naogół reprezentowany; był tylko referat polski p. Bornsteina i czeski p. Stirby z dziedziny racjonalizacji w cukrownictwie.

Zkolei przystąpiono do omawiania punktu 4 posiedzenia t. j. programu prac Sekcji Chemicznej na okres bieżący 1929/30.

Sekretarz Sekcji inż. J. Wierusz-Kowalski, zabierając głos w tej sprawie, szkicuje w krótkich zarysach plan działalności Sekcji na bieżący rok, zaznaczając, że z szeregu różnych zagadnień, wysunęły się na plan pierwsze trzy tematy następujące:

1. O zasadach kierownictwa w nowoczesnych przedsiębiorstwach.

2. Sprawy normalizacji obliczania kosztów własnych.

3. Nowoczesna organizacja magazynów w fabrykach.

Byłoby, według wnioskodawcy, nader pożądane, aby myśl chemików, zajmujących się nowemi prądami w naukowej organizacji, skupiła się na tych bardzo ważnych zagadnieniach i aby wypowiadano się na ten temat w odpowiednich referatach, czy też artykułach. W dyskusji, jaka się na ten temat wywiązała, pierwszy zabiera głos prof. K. Adamiecki, mówiąc o znaczeniu nowoczesnych zasad naukowej organizacji dla wszystkich kierowników. W naszych czasach od dobrego kierownika wymaga się wielkich kwalifikacyj i uzdolnień, gdyż nie dość jest być dobrym fachowcem; kierownik musi pełnić rolę wychowawcy, musi mieć jasny pogląd na sprawy społeczne, stworzyć atmosferę wzajemnej współpracy i współdziałania i t.p.

Prof J. Zawadzki, jako przewodniczący zebrania, zapytuje obecnych o projekty konkretne w tych sprawach.

P. Wacław Mileski rozwija myśl na temat znaczenia naukowych laboratorjów w fabrykach chemicznych, które z reguły powinny prowadzić prócz kontroli surowców, również kontrolę wykonania, t. j. produktów przejściowych fabrykacji i gotowych towarów. Porównując nasze pracownie fabryczne z zagranicznemi, widzimy wielkie braki i luki w tej dziedzinie. P. Mileski stawia temat dla przyszłych referatów: „Rola pracowni naukowych w fabrykach chemicznych". Następnie w dalszej dyskusji zabiera głos p. M. Bornstein, który twierdzi, że choć dawniej był pesymistą, jeśli chodzi o zainteresowanie się chemików sprawami naukowej organizacji — to dziś jest innego zdania, gdyż chemicy polscy pierwsi w Europie zajęli się sprawami naukowej organizacji w przemyśle chemicznym, stworzyli Sekcję Chemiczną i wypowiadają się w tych sprawach na terenie międzynarodowym (przykł. Genewskiego Instytutu Nauk. Org., ostatnio Paryskiego Kongresu). Tembardziej sprawy naukowej organizacji powinny znaleźć dostęp do umysłu chemików, że są oni urodzonymi analitykami, a wiadomo przecież, że naukowa organizacja jako I-y etap stawia „analizę zagadnienia". P. M. Bornstein ze swej strony zapowiada serję artykułów „O kierownictwie w przemyśle" w najbliższych numerach „Przeglądu Organizacji", w których będzie się starał ująć całokształt tego tematu; stworzyłoby to, według niego, podłoże do przyszłych dyskusyj, po przetrawieniu nowoczesnych poglądów wybitnych badaczy naukowej organizacji na te sprawy; p. Bornstein opracował pewien podział na 11 punktów, obejmujących całokształt spraw nowoczesnego kierownictwa. Są to: 1) Cel jasny i określony, 2) zdrowy sąd, 3) podział pracy (stabilizacja i zgranie się personelu) 4) rada fachowa, 5) dyscyplina i sprawiedliwe postępowanie, 6) jedność rozkazodawstwa, 7) podporządkowanie interesów osobistych sprawom ogólnym, 8) autorytet

i odpowiedzialność, 9) normalizacja, 10) wynagrodzenie za pracę i wydajność, 11) inicjatywa i 12) natychmiastowe, nieustanne sprawozdania.

P. inż. N. Sienkiewicz pragnąłby do tego podziału dodać jeszcze jeden punkt, mianowicie: „organizacja działu zakupów i sprzedaży".

W dalszym ciągu ożywionej dyskusji zabierali głos pp.: E. Olszewski, W. Mileski M. Bornstein, wreszcie prof. Adamiecki i J. Zawadzki. Bardzo ciekawe zapytania stawia p. inż. Ed. Olszewski, mianowicie: dlaczego Polacy są pierwszymi, jeśli chodzi o ideje naukowej organizacji w przemyśle chemicznym; byłby to ciekawy temat do dyskusji, dlaczego np. Niemcy tak mało zajmują się tą sprawą. P. W. Mileski, odpowiadając p. Olszewskiemu, wyjaśnia, że według niego, tłumaczy się to tem, że Niemcy oddawna już wprowadzili naukę do fabryk w postaci laboratorjów i dlatego przodują w przemyśle chemicznym; następnie popiera podział p. Bornsteina, o ile będzie podkreślona strona naukowa. Prof. K. Adamiecki wyjaśnia, że u nas tą sprawą naukowej organizacji zajęli się młodsi ludzie, którzy z natury rzeczy hołdują nowym ideom, w Niemczech zaś jest to sprawą tradycji i rutyny i nowe te koncepcje nie tak łatwo przenikają do ich umysłów.

Wreszcie prof. J. Zawadzki, nawiązując do zapytania p. Olszewskiego, wyjaśnia, że w Niemczech dużo się ostatnio pracuje w tych dziedzinach i być może, że te ich prace i poglądy nie są tak ściśle związane ze sprawami naukowej organizacji np. na terenie międzynarodowym; Niemcy pracują n.p. na terenie chemicznym pod inną nazwą: powstaje tam nowa nauka „Wirtschaftschemie". U nas inaczej; organizacja przedsiębiorstw jest naogół gorsza i mamy w porównaniu z Niemcami nędzę przemysłu chemicznego (nie jesteśmy np. w stanie z powodu braku środków finansowych, zorganizować nowoczesnej kontroli w fabrykach). Dlatego też my przychodzimy do pionierów, klasyków naukowej organizacji, zapoznajemy się z podstawami tej nauki, aby je potem zkolei zastosować w życiu fabrycznem. Dlatego też prof. Zawadzki proponuje, aby przyszłe referaty i dyskusje w sprawie podziału na 12 punktów, zaproponowanych przez p. Bornsteina, rozpatrywać z punktu widzenia chemika; następnie uważa, że referaty z tej nowej dziedziny „Wirtschaftschemie" byłyby nadzwyczaj ciekawe i rzuca myśl, aby się wszyscy zastanowili, jak w najprostszy sposób możnaby tę dobrą nowoczesną organizację w przedsiębiorstwach chemicznych osiągnąć. Dlatego też byłoby nader pożądane, aby starsi kierownicy fabryk zechcieli się w tym duchu na zasadzie własnych spostrzeżeń z praktyki wypowiadać.

Punkt 5 porządku dziennego: inż. J. Wierusz-Kowalski referuje sprawę ewentualnej organizacji *Cyklu Wykładów z dziedziny naukowej organizacji dla chemików.*

Proponuje poddać dyskusji i przegłosowaniu sprawy następujące:

1. Czy powstanie takiego cyklu wykładów specjalnie dla chemików jest celowe?
2. Czy znajdzie się dostateczna ilość słuchaczów, aby wykłady się opłacały?
3. Ustalenie programu wykładów.
4. Termin wykładów.

Chcąc dać pewne podłoże do dyskusji, sekretarz Wierusz-Kowalski odczytuje, własny projekt programu wykładów, oparty na istniejącym programie miesięcznych cyklów, organizowanych już od kilku lat przez Instytut Naukowej Organizacji i uzupełniony odpowiednio tematami interesującemi specjalnie chemików. Ogółem przewiduje około 50 godzin wykładów wygłoszonych, codziennie w godzinach 6-8 popoł. za opłatą 100 Zł. od słuchacza.

Prof. Zawadzki, uznając w zasadzie racjonalność takiego cyklu wykładów, wysuwa jednak pewne zastrzeżenia i skierowuje zapytania do obecnych, a mianowicie:

a) aby rozszerzyć program wykładami z dziedzin specjalnie interesujących dla chemików (np.: „Metody naukowego prowadzenia procesów chemicznych"), niektóre zaś zbyt teoretyczne przedmioty pominąć.

b) kwestja kontygentu słuchaczów: należałoby zainteresować nietylko Warszawę, lecz i resztę kraju, gdzie przedewszystkiem skupia się przemysł chemiczny.

c) termin 1 miesięczny uważa nieco za długi.

Kilku z obecnych, pp. dyr. Holtorp, inż. Krzyżkiewicz, Bornstein, i inni zadają szereg pytań w tym kierunku i proponują pewne uzupełnienia (dyr. Holtorp uważa, że należałoby zrobić ankietę, na temat: „Czego nam brak" w tym kierunku, postawić program realny z życia i dopiero odpowiednio wyszukać prelegentów).

P. W. Mileski stawia wniosek praktyczny: wybrania Komisji Wykładowej, któraby dokładnie przedyskutowała i ustaliła taki program „Cyklu Wykładów dla Chemików".— Prof. Zawadzki zaś radzi datę rozpoczęcia kursów przesunąć na później (np. wiosnę lub nawet jesień 1930 r.) i porozumieć się ze „Zw. Przemysłu Chemicznego Rzpl. Polskiej" w kwestji ankiety, proponowanej przez dyr. Holtorpa.

Po krótkiej naradzie została wybrana *Komisja Wykładowa* w składzie następujących 8 osób: prof. K. Adamiecki, prof. J. Za-

wadzki, dyr. E. Trepka, W. Mileski dyr. Holtorp, inż. Bornstein, inż. Wierusz-Kowalski, Lubryczyński.

7. Wolne wnioski: dyr. Holtorp proponuje wyznaczyć jeden dzień w miesiącu na zebrania chemików, interesujących się sprawami naukowej organizacji, w celu wzajemnej wymiany poglądów, zaś p. Bornstein proponuje urządzić zwiedzenie Instytutu Naukowej Organizacji na następnem posiedzeniu Sekcji.

Prezydjum przyjęło oba te wnioski jako dyrektywy.

Pebranie zakończono o godz. 22,20.

Przewodniczący: Sekretarz:
prof. *Józef Zawadzki* inż. *Jan Wierusz-Kowalski*

Dział sprawozdawczy.

Documentation.

2. Technologja nieorganiczna.

Technologie des matières anorganiques.

O uproszczonej formie stosowania metody „cytrynianowej" przy analizie superfosfatów. — A. SUCHIER. — *Z. angew. Chem.* **42**, *990, (1929).*

Kontrola produkcji w większych fabrykach superfosfatu wymaga w pierwszym rzędzie oznaczeń wolnego i rozpuszczalnego we wodzie kwasu fosforowego w świeżo wyprodukowanym materjale. Niezależnie od tego w laboratorjum ma się zawsze na warsztacie kilka lub kilkanaście próbek z ekspedycji, w których należy szybko oznaczyć t. zw. „P_2O_5-wodny".

Związek niemieckich fabrykantów nawozów sztucznych ustalił szczegółowo metody konwencyjne, które są obowiązujące na terenie Rzeszy, a u nas także się przyjęły.

Metodą konwencyjną oznaczania „wodnego P_2O_5" w superfosfacie jest znana i powszechnie stosowana metoda „cytrynianowa". Daje ona pewne wyniki, jednak wiele czasu zabiera wyprażanie osadu $MgNH_4PO_4$ do $Mg_2P_2O_7$ (szczególnie, jeśli się niema do dyspozycji piecyka elektrycznego, w którym łatwo daje się osiągnąć temperaturę 900 — 1100°).

Dr. A. Suchier poleca wprowadzenie pewnej modyfikacji w metodzie konwencyjnej, przez co skróciłoby się znacznie czas trwania analizy bez uszczerbku dla dokładności wyników.

W zasadzie chodzi o to, aby ilościowo strącony osad $MgNH_4PO_4$ (według metody konwencyjnej), rozpuścić w znanej objętości $n/2$ HCl, poczem nadmiar kwasu odmiareczkować $n/2$ $NaOH$, w myśl reakcji

$$2MgNH_4PO_4 + 4\,HCl \rightarrow MgH_4(PO_4)_2 + MgCl_2 + 2\,NH_4Cl.$$

Zmodyfikowana metoda konwencyjna brzmiałaby w sposób następujący:

20 *g* superfosfatu wprowadza się do litrowej kolby Stohmanna, zalewa 800*cm*³ wody dystylowanej i wstrząsa przez ½ *godź* przy 38-40 obrotach/*min*. Dopełnia się wodą dystylowaną do kreski, jeszcze raz wstrząsa i filtruje. 50*cm*³ przesączu (=1 *g* pierwonej substancji) zadaje się 50 *cm*³ cytrynianu amonowego, miesza, zadaje 25 *cm*³ roztworu chlorku magnezowego, pozostawia na ¼ *godź* w spokoju, poczem załącza na ½ *godź* do mieszania. Otrzymany w ten sposób krystaliczny osad przenosi się (o ile możności odrazu całą ilość) na jenajski sączek szklany (typ. 1G3), zaś pozostałość ze ścianek zlewki spłókuje się 70 *cm*³ wody dystylowanej małemi porcjami i odciąga dobrze (pompa wodna). Osad przenosi się ilościowo z pomocą 50 *cm*³ wody dystylowanej do zlewki Philipps'a na 250 *cm*³, zadaje 15 *cm*³ $n/2$ HCl (dokładnie odmierzyć) i 3 kroplami metyloranżu (1:1000), poczem odmiareczkowuje dokładnie nastawionym $n/2$ $NaOH$. Najlepiej prowadzić miareczkowanie ługiem sodowym do barwy przejściowej indykatora (przejście z różowego do żółto-herbacianego).

Autor cytuje rezultaty, osiągnięte tą metodą przez około 80-u analityków, pracujących niezależnie od siebie, przyczem stwierdza, że różnice w wynikach między metodą wagową, a przytoczoną nie przekraczały 0,15%. *J. P.*

Czterochlorek węgla, jako środek gaszący. — F. WIRTH. — *Chem. Ztg.* **53**, *651 (1929).*

Czterochlorek węgla jest wypróbowanym środkiem przeciwpożarnym. Badania laboratoryjne wykazały jednak, że w czasie pirogenetycznego rozkładu czterochlorku węgla w obecności powietrza powstaje fosgen. Ogólnie znane są silnie trujące własności fosgenu. Według badań Laqueur'a i Magnus'a, dawka śmiertelna dla kota wynosi 1/10 *cm*³ = ¼ *mg* fosgenu. Godzinny pobyt kota w atmosferze powietrza zawierającego 10 — 12 *mg/m*³ jest zabójczy. Jak się okazało w czasie wojny ostatniej, wrażliwość człowieka na fosgen jest tego samego rzędu jak zwierząt, zazwyczaj do doświadczeń używanych. Ilość 5 — 10 *mg/m*³ powietrza jest dla życia ludzkiego niebezpieczną.

Państwowemu instytutowi chemiczno-technicznemu w Berlinie udało się stwierdzić niewielkie ilości fosgenu, obok kwasu solnego i chloru w powietrzu w miejscach pożaru (pożar gaszono czterochlorkiem węgla).

Wspomiany instytut przeprowadzał sztuczne pożary w sztolniach (30×2×2 *m.*) wentylowanych

(szybkość wiatru 0,8 — 0,9 *m/sek.*), które gaszono czterochlorkiem węgla. Analizy powietrza z najbliższego otoczenia wykazały w przeważającej liczbie doświadczeń zawartość fosgenu poniżej 5 *mg/m*³, w nielicznych wypadkach od 5 — 10 lub nawet 20 *mg* fosgenu w *m*³ powietrza. W wyjątkowych sprzyjających warunkach ilość wytworzonego fosgenu może jednak wzrość bardzo znacznie (wskutek rozgrzania się brzegów żelaznej wanny zużyto do gaszenia 10,2 *l* czterochlorku węgla w ciągu 18 *sek;* analiza powietrza wykazała wtedy zawartość aż 255 *mg* fosgenu w *m*³ powietrza).

Powyższe doświadczenia stwierdzają, że przy użyciu czterochlorku węgla, jako środka gaszącego, mogą w pewnych warunkach powstawać dość znaczne ilości fosgenu, co może być niebezpiecznem dla życia załogi pożarnej, zmuszonej oddychać zatrutem powietrzem. Aby być zupełnie zabezpieczonym, należy wkładać maskę ochronną. Należałoby także drogą pewnych dodatków do czterochlorku węgla odebrać mu zdolność oksydacji do fosgenu. Badania te dotychczas nie zostały uwieńczone pomyślnym rezultatem. *J. P.*

Wiadomości bieżące.

Nouvelies du jour.

Para i ortogenium. Studja nad obrazem świetlnym, jak również nad różnicami ciepła właściwego w zależności od temperatury, doprowadziły kilku badaczy, w tej liczbie Mecke, Heisenberga i Dennisona, do stworzenia hipotezy o istnieniu dwu odmian wodoru: paragenium i ortogenium.

Przy zwykłych temperaturach, stosunek ilościowy parahydrogenium do orto = 1:2; natomiast przy temperaturach bardzo niskich, odmiana para okazuje się przeważającą.

Hipoteza ta została przez Eukena sprawdzona w sposób następujący: Pozostawiono wodór przez dłuższy czas przy niskiej temperaturze i za pomocą określenia różnic w cieple właściwem, skonstatowano zmianę, jakiej uległ stosunek pomiędzy dwiema odmianami (1929). Doświadczenia te wymagały pozostawienia wodoru całemi miesiącami w ciepłem powietrzu, dla otrzymania widocznej różnicy w cieple właściwem wodoru.

Do analogicznego rezultatu udało się dojść znacznie szybciej, przy pomocy odpowiedniego katalizatora. Bonhoeffer i Harteck w Berlinie użyli sposobu nader prostego. Polega on na pochłonięciu wodoru, przy ciśnieniu atmosferycznem, przez węgiel aktywny, ochłodzony za pomocą ciekłego wodoru. Już po kilku minutach można otrzymać wodór wypompowując go z węgla. Otrzymuje się 99,7% parahydrogenium.

Operując w podobny sposób, lecz przy ochładzaniu cokolwiek słabszem (ciekłem powietrzem), otrzymuje się 50%-ową mieszaninę obu odmian wodoru

Stosunek ilościowy para do orto w zwykłych temperaturach (1:2) pozostaje przy wysokich temperaturach bez zmiany: nie znaleziono dotąd sposobu otrzymywania odmiany orto w większych proporcjach.

Parahydrogenium wydaje się bardziej topliwe, niż wodór zwykły i również bardziej lotne.

Przy temperaturze absolutnej T=20⁰,4 (temperatura wrzenia wodoru), ciśnienie pary każdej z odmian wynosi 787 *mm* dla para i 751 *mm* dla orto.

Ciepło utajone topnienia, zarówno jak i ciepło utajone parowania są identyczne dla obu odmian.

Stwierdzono za pomocą następującego doświadczenia, że parahydrogenium jest lepszym przewodnikiem ciepła, niż wodór zwykły: Przepuszczano prąd elektryczny przez cienki drucik platynowy, przeprowadzony wewnątrz rurki, napełnionej rozrzedzonym gazem (raz — wodorem, drugi raz — parahydrogenium), ochładzanej zzewnątrz, i mierzono przewodnictwo cieplne otaczającego gazu.

Szukano także sposobu przekształcenia odmiany para w zwykłą mieszaninę wodoru i przekonano się że czerń platynowa w kilka sekund uskutecznia tę zmianę.

Co się zaś tyczy własności chemicznych, to, jak dotąd, żadnej różnicy nie udało się pochwycić między dwiema odmianami. (*La Nature*). *S-N*

The Polish enterprise. (*G. S. Brooks*). Pod powyższym tytułem czasopismo amerykańskie Eng. Miningy.[1]) zamieszcza artykuł o działalności firmy Giesche Sp. Akc. Autor, prezes powyższej spółki, nazywa ją największem amerykańskiem przedsiębiorstwem w Europie. Kapitał zakładowy wynosi po przewalutowaniu 172 milj. złotych. Przedsiębiorstwo uległo gruntownemu zmodernizowaniu pod względem metod pracy, oraz urządzeń technicznych, również stroną handlowa uległa reorganizacji na wzór amerykański, z uwzględnieniem jednakże warunków miejscowych.

Siedzibą Zarządu głównego Spółki są Katowice, pozatem istnieją oddziały w Warszawie, Berlinie, Gdańsku, Wiedniu, Pradze i Wrocławiu, pododdziały w Londynie, Paryżu, Medjolanie, Kopenhadze, Stockholmie i Budapeszcie.

W ubiegłym 1928 roku Spółka sprzedała, jako główne wytwory: 60.594 *t* płyt cynkowych, 6.334 *t* ołowiu, 2.699000 *t* węgla, 14.285 *t* blachy cynkowej, 5.347,350 szt. kubków cynkowych dla suchych ogniw, 367 *t* rur ołowianych, 368 *t* śrutu myśliwskiego, 2.302 *t* glejty i minji, 25.000.000 szt. cegły, 93.956 *t* kwasu siarkowego 60⁰ Bé 61.095 *t* superfosfatu. Zatrudnionych było 22.000 pracowników i robotników, co z rodzinami stanowi ponad 100.000 osób.

Najważniejsza Kopalnia rud cynkowych polskich znajduje się w Białym Szarleju, gdzie dobywa się głównie blendę. Leżąca około Chrzanowa w Małopolsce

[1]) **128**, 333, (1929).

Kopalnia Matylda, dostarcza przedewszystkiem rud ołowianych. Wzbogacanie rud odbywa się wyłącznie w zakładach w Białym Szarleju, gdzie zbudowano największą w Europie instalację dla flotacji rud o wydajności ok. 2.700 *t* na dobę. Tamże znajduje się również zakład tlenku cynku dla przeróbki galmanu i wogóle rud mniejwartościowych. W tym zakładzie zainstalowano pięć pieców Kruppa 40 *m* długości i 3,5 *m* średnicy o wydajności 617 *t*. Otrzymany tlenek cynku po wyprażeniu jest wysyłany do nowowybudowanego zakładu elektrolitycznego.

Elektroliza cynku znajduje się na terenie huty Bernhardi. Wytwarza ona na dobę 52 *t* cynku elektrolitycznego. Blenda cynkowa jest obecnie przerabiana w hutach Uthemanna, Bernhardi i w Trzebini. Te huty zostały zmodernizowane, huty Pawła i Wilhelminy zostały zamknięte.

Pierwszego prażenia blendy dokonuję się w piecach Wedge lub Spirletta, spiekanie i zupełne wyprażenie odbywa się w aparatach Dwight-Lloyd, okrągłych w Trzebini, prostych w hucie Uthemanna. Jako piece cynkowe służą piece belgjskie syst. Overpelta, udoskonalone na miejscu.

Huta ołowiu w Trzebini została zamknięta, ołów wyrabia się obecnie tylko w hucie Walther — Croneck. Jako surowiec służą rudy z kopalni Matylda koło Chrzanowa, oraz z Białego Szarleju. Na miejscu walcuje się blachę ołowianą, oraz wyrabia się rury Tamże produkuje się glejtę i minję.

Walcowanie blachy cynkowej i wyrób kubków do ogniw odbywa się w hutach Bernhardi oraz w Trzebini. W Trzebini w okresie wielkiego zapotrzebowania na kwas siarkowy była czynna również produkcja kwasu siarkowego z pirytów miejscowych i hiszpańskich. *S. M.*

Wykorzystanie soli potasowych Martwego morza. (*Z. Kunstdünger-Industrie. z 21.* (*1929*). Według posiadanych wiadomości, sole potasowe w Martwem morzu występują w ilościach tak dużych że nie dadzą się wyczerpać. Rzeczoznawca geolog rządu palestyńskiego ocenia zasoby morza Martwego w następujący sposób:

chlorku potasowego około	2000	miljonów *t*
bromku magnezowego	980	,, ,,
chlorku sodowego	11000	,, ,,
chlorku magnezowego	22000	,, ,,
chlorku wapniowego	6000	,, ,,

Ze sprawozdania, opracowanego z polecenia ministra kolonji w Londynie, dowiadujemy się o możliwościach wykorzystania bogactw zawartych w Martwem morzu. Sprawozdanie to omawia kwestje techniczne uzyskiwania soli oraz obejmuje całokształt warunków pracy i higjeny w okolicy morza Martwego. Ogólne wnioski, wynikające ze sprawozdania, można przedstawić w następujący sposób:

I. 1) Z technicznego punktu widzenia nie wystąpią według wszelkiego prawdopodobieństwa nieprzezwyciężone trudności przy wydobywaniu soli potasowych w ilości 100.000 *t* chlorku potasu.

2) Przez naturalne odparowanie będzie można otrzymać produkt zawierający powyżej 70% chlorku potasu.

3) Praktycznie biorąc, chlorki sodu i potasu dadzą się uzyskiwać w ilościach nieograniczonych.

4) Potrzebne dla odparowania roztworów tereny są w ilościach dostatecznych.

5) W następstwie pewnych zabiegów, okolice morza Martwego mogą się stać odpowiedniemi do zamieszkania.

II. 1) Co się tyczy kosztów eksploatacji, to obecnie nie można podać pewniejszych danych.

2) Pomijając koszty wydobywania, transport byłby tak kosztownym, że chlorków sodu i magnezu nie będzie można sprzedać.

3) Nietylko ze względu na zwykłe wahania cen potasu, ale też na zupełnie nieznane warunki otrzymywania w przyszłości tego nawozu w Europie, oraz z uwagi na niedający się przewidzieć popyt na światowych rynkach, nie można obecnie wydać sądu o gospodarczem znaczeniu wykorzystania morza Martwego.

4) Ponieważ popyt na brom jest dotąd nieznaczny, może więc być pokrywanym z innych źródeł.

III. Należy w różnych punktach kraju wykonać na szerokiej podstawie doświadczenia, zanim się przystąpi do eksploatacji morza Martwego, gdyż to przedsiewzięcie połączone jest z pewnem ryzykiem.

Ze sprawozdania wynika, że te nadzwyczajnie duże ilości soli w niezbyt odległym czasie mogą poważnie wpłynąć na kształtowanie się cen różnych chemikaljów i nawozów. Przez rzeczoznawców niejednokrotnie został wypowiedziany pogląd, że wydobywanie bogactw morza Martwego dobrze się opłaci, gdyż uzyskany stąd potas mógłby być sprzedany po cenie o 1/3 niższej od obecnej. Chociaż w sprawozdaniu jest mowa o produkcji 100.000 *t* chlorku potasu rocznie, przy wydaniu koncesji przewiduje się wydobywanie w dużo miejszym rozmiarze. *Br. Ch.*

W sprawie sprostowania w Nr. 1 ,,Przemysłu Chemicznego" r. 1930 str. 24, Prof. K. Dziewoński prosi nas o nast. dodatkowe wyjaśnienie:

Po bliższem zaznajomieniu się z treścią ustępu, zawartego w artykule p. K. Deklera ,,Przemysł Chem." **13**, 562, (1929), stwierdzam, że pierwsza część wzmianki w pracach mych w dziedzinie acenaftenu, odnosząca się do kwasów nitro- i aminoacenafteno-sulfonowych jest istotnie ścisła, ogłosiłem bowiem na ten temat pracę w r. 1926 (Bull. Int. de l'Acad. Pol. d. Sc. et. d. L. 1926 str. 347), natomiast w drugiej części wskazanego ustępu, gdzie mowa o reakcji utleniania 5-acetoacenaftenu zapomocą podchlorynu sodowego, to odnośne patenty ang. 274394 i 274902 przypisano mi mylnie. Uzyskane przez I. G. Farbenindustrie A. G., są one od mych prac dotychczasowych zupełnie niezależne, gdyż tą specjalnie reakcją dotąd się nigdy nie zajmowałem.

ZAKŁ. GRAF. E. I D-RA K. KOZIAŃSKICH W WARSZAWIE, KRAK.-PRZEDMIEŚCIE 66.